

THÈSE

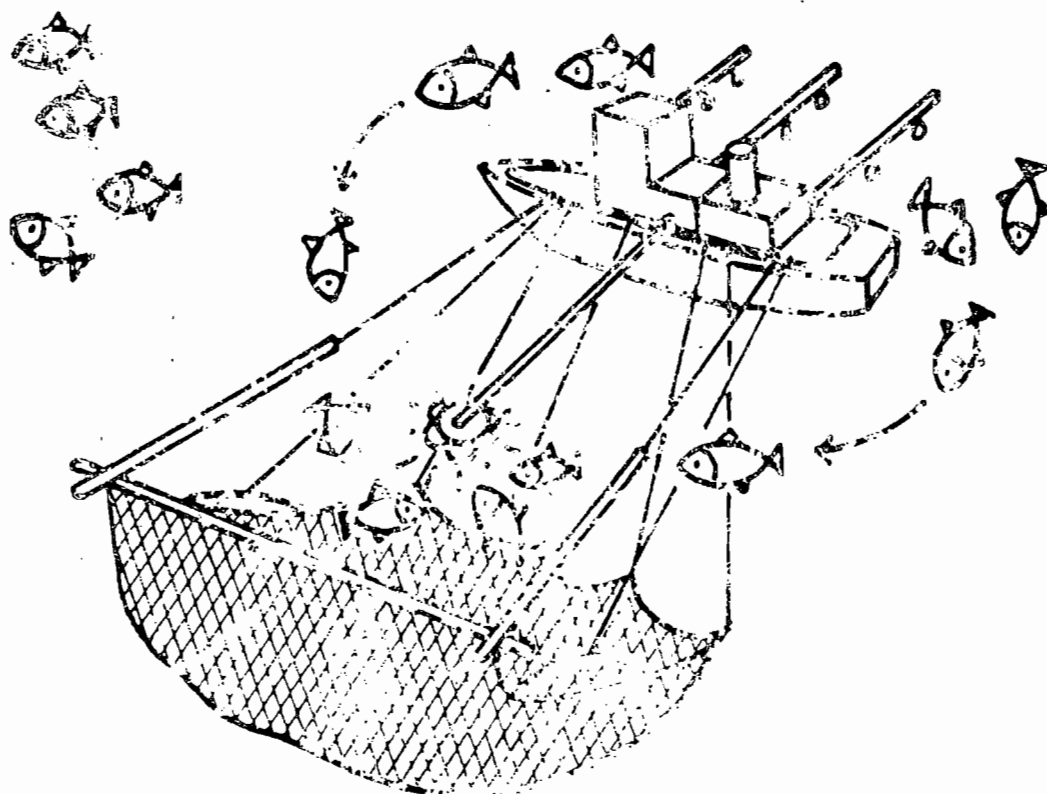
présentée :

L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

pour obtenir le grade de
Docteur d'Etat ès Sciences Naturelles
par

Francois CONAND

**BIOLOGIE ET ECOLOGIE
DES POISSONS PELAGIQUES
DU LAGON DE NOUVELLE CALEDONIE
UTILISABLES COMME APPAT THONIER**



BREST, 1987

THESE
présentée à
L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE
pour obtenir le grade de
Docteur d'Etat ès Sciences Naturelles
par
François CONAND

BIOLOGIE ET ECOLOGIE DES POISSONS PELAGIQUES
DU LAGON DE NOUVELLE-CALEDONIE
UTILISABLES COMME APPAT THONIER

Soutenue le 10 juillet 1987 devant la Commission d'examen :

Madame	J. LAHAYE	}	Rapporteurs
Messieurs	J.C. LE GUEN		
	P. CHARDY		
	M. AMANIEU		
	M. GLEMAREC		
	L. LAUBIER		
	C. DENIEL		
	E. MARCHAL		Invité

AVANT - PROPOS

Je suis très heureux de pouvoir exprimer ici ma plus vive gratitude aux personnes qui acceptent de siéger dans ce jury, afin de juger mon travail :

- Madame J. LAHAYE, Professeur Emerite à l'Université de Bretagne Occidentale qui a bien voulu accepter la direction de cette étude ; j'ai toujours trouvé auprès d'elle le meilleur accueil et bénéficié à la fois de ses conseils et de ses critiques bienveillantes ;

- Monsieur M. AMANIEU, Professeur à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, et Monsieur M. GLEMAREC, Professeur à l'Université de Bretagne Occidentale ;

- Monsieur J.C. LE GUEN, Directeur de Recherches à l'ORSTOM qui m'a aidé par ses conseils et ses critiques ;

- Messieurs L. LAUBIER, Haut-Conseiller à l'IFREMER, P. CHARDY, chercheur à l'IFREMER, C. DENIEL, Maître de Conférence à l'Université de Bretagne Occidentale, E. MARCHAL, Directeur de Recherches à l'ORSTOM.

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans la collaboration ou les conseils de nombreux collègues, en particulier, T. BOELY avec qui ce travail a été commencé, D. BINET, A. DESSIER, D. PETIT, ainsi que mon épouse Chantal. A tous je leur exprime ma reconnaissance.

Elle va aussi, pour leur aide au Centre ORSTOM de Nouméa à Mesdemoiselles Y. GESBERT et M.J. LANGLADE et Messieurs J. RIVATON, M. DAGUZAN, C. HOFFSCHIR et J.L. TESTAU.

Je n'oublierai pas les équipages du N/O VAUBAN et de la vedette DAWA commandés par Messieurs P. FURIC et R. PRONER.

A l'Antenne ORSTOM du Centre IFREMER de Brest, je voudrais remercier Messieurs J.J. LECHAUVE et D. CORRE de l'Atelier informatique pour leur assistance compétente, et Mesdames D. FLOCH, Y. BERNE, F. LE CORNEC et M. ROLLAND qui ont participé à la confection de ce mémoire.

Enfin, je voudrais dire à Monsieur J.R. DURAND, Chef du Département de l'ORSTOM "Connaissance et mise en valeur des systèmes aquatiques", combien je lui suis reconnaissant de m'avoir donné toutes facilités, pour mener à bien la rédaction de ce mémoire.

BIOLOGIE ET ECOLOGIE DES POISSONS PELAGIQUES
DU LAGON DE NOUVELLE-CALEDONIE
UTILISABLES COMME APPAT THONIER

INTRODUCTION	9
Cadre et motivation de l'étude	
1. LE MILIEU	
1.1. Facteurs géographiques	13
1.1.1. Situation d'ensemble	
1.1.2. Le lagon	
1.1.3. Morphologie du littoral	
1.1.4. Les cours d'eau	
1.2. Facteurs climatiques	18
1.2.1. La température	
1.2.2. Le vent	
1.2.3. Les précipitations	
1.2.4. L'hydroclimat	
1.2.4.1. L'hydrodynamisme	
1.2.4.2. Température et salinité	
1.3. Facteurs biotiques	23
1.3.1. Le milieu pélagique	
1.3.1.1. Le phytoplancton	
1.3.1.2. Le zooplancton	
1.3.1.3. Les poissons pélagiques	
1.3.2. Le milieu benthique	
1.3.2.1. Le milieu corallien	
1.3.2.2. La mangrove	
1.4. Facteurs humains	28
1.4.1. Population de la Nouvelle-Calédonie	
1.4.2. La pêche dans le lagon	

2. LES ESPECES DE L'APPAT

2.1. Liste des espèces	33
2.2. Etudes systématiques de référence	34
2.3. Les espèces étudiées	35

3. LA PECHE

3.1. La pêche thonière	49
3.2. Techniques de pêche et conservation de l'appât	51
3.2.1. La pêche de nuit	
3.2.2. La pêche de jour	
3.2.3. Le choix du site	
3.2.4. Utilisation des sondeurs	
3.2.5. Conservation de l'appât	
3.2.6. Qualité des espèces comme appât thonier	
3.3. Prises réalisées au cours de l'étude	60
3.3.1. Méthode d'étude	
3.3.2. Les sites de Nouvelle-Calédonie	
3.3.3. Quantités capturées	
3.3.4. Composition des prises	
3.3.5. Taille et qualité des prises	
3.3.6. Prises et intensités des échos observés au sondeur	
3.3.7. Comparaison entre les prises et l'abondance du zooplancton	

3.4. Comparaison avec d'autres observations en Nouvelle-Calédonie	78
3.4.1. Le Programme bonite de la Commission du Pacifique Sud	
3.4.2. Les canneurs de Transpêche Nouvelle-Calédonie	
3.5. Comparaison avec d'autres pays indo-pacifiques	80
3.6. Evaluation des stocks de petits pélagiques dans le lagon de Nouvelle-Calédonie	86
4. RELATIONS ENTRE LES ESPECES ET LE MILIEU	
4.1. Les espèces et les sites	91
4.1.1. Méthodes d'étude	
4.1.1.1. Généralités	
4.1.1.2. Constitution de tableaux bidimensionnels	
4.1.1.3. Choix du type d'analyse	
4.1.2. Résultats	
4.1.2.1. Configuration des pêches	
4.1.2.2. Configuration des espèces	
4.2. Comportement et déplacement du poisson	103
4.2.1. Méthode d'étude	
4.2.2. Distribution des individus	
4.2.2.1. Distribution nycthémérale	
4.2.2.2. Les bancs	
4.2.3. Répartition verticale	
4.2.4. Répartition horizontale	
4.2.4.1. Déplacements journaliers	
4.2.4.2. Déplacements saisonniers	
4.3. Nutrition des poissons	110
4.3.1. Méthodes d'étude	
4.3.2. Résultats	
4.4. Conclusions	112

5. BIOLOGIE DES ESPECES

5.1. Méthodes d'études

5.1.1. Techniques de prélèvement	115
5.1.2. Reproduction	116
5.1.2.1. Observation du sexe et du stade sexuel des gonades	
5.1.2.2. Poids des gonades et indice de maturité	
5.1.2.3. Facteur de condition	
5.1.2.4. Taille à la première maturité	
5.1.2.5. Sex-ratio	
5.1.2.6. Fécondité	
5.1.3. Relations biométriques	122
5.1.3.1. Mesures de longueur et de poids	
5.1.3.2. Relations taille-poids	
5.1.4. Croissance	123
5.1.4.1. Généralités, fonctions de croissance	
5.1.4.2. Analyse des distribution de fréquences des longueurs	
5.1.4.3. Etude des otolithes	
5.1.4.4. Ajustement des équations	
5.1.5. Mortalité	127
5.1.6. Evolution de la biomasse des cohortes	129

5.2. Les espèces à cycle biologique court. Résultats

Stolephorus heterolobus, Stolephorus devisi, Stolephorus punctifer
Spratelloides delicatulus, Spratelloides gracilis, Hypoathetina ovalaua

5.2.1. Reproduction	130
5.2.1.1. Sex-ratio	
5.2.1.2. Taille à la première maturité	
5.2.1.3. Périodes de reproduction	
5.2.1.4. Fécondité	
5.2.2. Relations biométriques	138
5.2.2.1. Relation entre les différentes longueur	
5.2.2.2. Relations taille-poids	
5.2.3. Croissance	140
5.2.3.1. <u>Stolephorus heterolobus</u>	
5.2.3.2. <u>Stolephorus devisi</u>	
5.2.3.3. <u>Spratelloides delicatulus</u> et <u>S. devisi</u>	
5.2.3.4. Autres espèces	
5.2.4. Mortalité	146
5.2.5. Evolution de la biomasse des cohortes	150
5.2.6. Conclusion	151

5.3. Les espèces à cycle biologique annuel. Résultats	
<u>Stolephorus indicus</u> , <u>Stolephorus insularis</u> , <u>Thrissina baelama</u> , <u>Herklotsichthys quadrimaculatus</u> , <u>Amblygaster sirm</u> , <u>Amblygaster</u> <u>clupeoides</u> , <u>Dussumieria</u> sp. A, <u>Dussumieria</u> sp. B, <u>Atherinomorus</u> <u>lacunosus</u> , <u>Leiognathus bindus</u> , <u>Gazza minuta</u> , <u>Rasteliger kanagurta</u> , <u>Decapterus russelli</u> , <u>Selar crumenophthalmus</u> .	
5.3.1. Reproduction	153
5.3.1.1. Sex-ratio	
5.3.1.2. Taille à la première maturité	
5.3.1.3. Périodes de reproduction	
5.3.1.4. Fécondité	
5.3.2. Relations biométriques	169
5.3.2.1. Relation entre les différentes longueur	
5.3.2.2. Relations taille-poids	
5.3.3. Croissance	174
5.3.3.1. <u>Stolephorus indicus</u>	
5.3.3.2. <u>Stolephorus insularis</u>	
5.3.3.3. <u>Thrissina baelama</u>	
5.3.3.4. <u>Herklotsichthys quadrimaculatus</u>	
5.3.3.5. <u>Amblygaster sirm</u>	
5.3.3.6. <u>Amblygaster clupeoides</u>	
5.3.3.7. <u>Dussumieria</u> sp. A et sp. B	
5.3.3.8. <u>Atherinomorus lacunosus</u>	
5.3.3.9. <u>Leiognathus bindus</u>	
5.3.3.10. <u>Gazza minuta</u>	
5.3.3.11. <u>Rasteliger kanagurta</u>	
5.3.3.12. <u>Decapterus russelli</u>	
5.3.3.13. <u>Selar crumenophthalmus</u>	
5.3.4. Mortalité	196
5.3.5. Evolution de la biomasse des cohortes	199
5.3.6. Conclusion	201
5.4. Discussion	202
 6. CONCLUSION	207
 REFERENCES	211
 ANNEXES	225

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Au cours des années soixante dix, la pêche thonière à la canne a connu dans le Pacifique Ouest un développement important. Limitée initialement aux régions situées au nord de l'équateur et plus précisément à des distances modérées du Japon, elle s'est étendue en tache d'huile vers le sud et le centre du Pacifique.

La Nouvelle-Calédonie, soucieuse de diversifier les activités économiques trop concentrées sur les mines et la métallurgie a essayé à partir de 1975 de développer la pêche thonière. Les ressources dans la région sont importantes et Nouméa possède un bon port et des infrastructures satisfaisantes. L'activité pouvait être envisagée, soit avec l'installation de compagnies opérant à partir de Nouméa, soit avec l'établissement d'une base d'avitaillement, déchargement et entretien de bateaux étrangers, principalement japonais, les deux formules n'étant d'ailleurs pas incompatibles.

A cette époque, des difficultés techniques, liées aux structures hydrologiques du Pacifique tropical ouest et au comportement du thon dans cette région, rendent la pêche à la senne peu opérante. De ce fait, et également en raison des investissements plus modérés requis par la pêche à la canne, c'est vers cette technique que s'est orienté le Territoire. La nécessité pour les thoniers canneurs de disposer d'appât vivant, constitué de poissons de petite taille capturés dans les baies abritées du lagon, a motivé le financement d'un programme dans le cadre d'un contrat entre le Territoire de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer devenu aujourd'hui, l'Institut Français de Recherches pour le Développement en Coopération. Le contrat initial et ses avenants ont porté au total sur 3 ans.

L'étude avait les objectifs suivants :

- recherche de l'appât dans le lagon néo-calédonien et reconnaissance des meilleurs sites ;
- identification des principales espèces ;
- étude des rendements et de leurs variations saisonnières ou interannuelles ;
- définition des paramètres biologiques des principales espèces ;
- estimation quantitative des stocks d'appât vivant.

Sur tous ces points, les connaissances étaient extrêmement réduites en Nouvelle-Calédonie et faibles même pour l'ensemble de la région. L'étude entreprise a apporté de nombreux résultats, valables d'abord pour la zone où a été réalisée l'étude, mais aussi transposables à l'indo-pacifique où existent la plupart des espèces étudiées et particulièrement aux îles à lagon corallien.

La pêche thonière à la canne a atteint son apogée dans le Pacifique tropical ouest en 1980 et a décliné depuis. En Nouvelle-Calédonie, un armement thonier a exploité à partir de septembre 1981, un puis trois canneurs de 300 tonnes, mais en avril 1983 a cessé son activité pour diverses raisons. Actuellement aucune reprise de cette activité n'est en vue en Nouvelle-Calédonie, ce qui n'exclut pas une éventualité plus lointaine.

Même si l'impact thonier de l'étude a actuellement moins d'importance, celle-ci a accru les connaissances sur la biologie d'une vingtaine d'espèces de poissons pélagiques vivant dans la région indo-pacifique. Elle a d'autre part permis de mieux connaître l'écologie d'un groupe d'espèces vivant dans un milieu lagonaire récifal remarquable par sa richesse et sa diversité. Enfin, elle s'intègre à l'étude d'ensemble du lagon de Nouvelle-Calédonie, entreprise au Centre ORSTOM de Nouméa. A notre connaissance aucune étude d'ensemble de la biologie et de l'écologie d'un groupe de poissons pélagiques de région corallienne n'avait encore été réalisée. Ce travail cherche à combler cette lacune et à aider à mieux connaître ces espèces de poissons et ces milieux.

Pour mener à bien cette étude, il a paru nécessaire de présenter de façon détaillée le milieu dans lequel vivent les espèces. Le lagon néo-calédonien représente une entité parfaitement délimitée, vaste et constituée d'une mosaïque milieux très différents à caractère bien défini (récifs coralliens, mangroves, baies profondes...). Le faible nombre d'études synthétiques sur ce lagon a été une seconde motivation au développement important de ce chapitre.

Dans un second chapitre, à caractère également introductif, les espèces de poissons capturés au cours des pêches d'appât sont présentées.

Le troisième chapitre traite de la pêche de l'appât. Après un bref rappel sur l'évolution de la pêche thonière dans le Pacifique tropical ouest, les différentes techniques de capture de l'appât sont exposées en insistant plus particulièrement sur celles employées au cours de l'étude. Les prises réalisées en Nouvelle-Calédonie sont analysées et comparées aux autres observations disponibles dans la région indo-pacifique.

Le quatrième chapitre concerne l'écologie des espèces pélagiques du lagon. Les relations entre les espèces et les sites sont analysées ainsi que la distribution spatiale des poissons.

Le dernier chapitre est la partie essentielle de l'étude. Il traite de la biologie des petits pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie. Afin de ne pas présenter une énumération trop monotone, les espèces ont été séparées suivant leur phénologie en deux grands groupes.

Si l'enchaînement des trois premiers chapitres présente un cheminement logique, le choix de traiter de l'écologie avant d'exposer les résultats de l'étude de biologie peut être discuté. Nous avons pris cet ordre afin de rapprocher le quatrième chapitre intitulé "Relations entre les espèces et le milieu" des deux premiers chapitres qui introduisent le milieu et les espèces et du chapitre sur les pêches qui présente les variations des captures en fonction du temps et des sites. D'autre part lorsque l'on cherche à avoir une vue synthétique de la biologie d'une espèce ou d'un groupe d'espèces, il apparaît avec évidence que celle-ci est fortement influencée par le milieu et les facteurs écologiques.

Chapitre I

LE MILIEU

- 1 - Facteurs géographiques**
- 2 - Facteurs climatiques**
- 3 - Facteurs biotiques**
- 4 - Facteurs humains**

LE MILIEU

1.1. FACTEURS GEOGRAPHIQUES

1.1.1. SITUATION D'ENSEMBLE (fig.1)

L'île de la Nouvelle-Calédonie est située entre les longitudes 164° et 167° E et les latitudes 20° et 22° 30' S. Sa superficie est de 16 890 km². Formant une même unité géographique s'y rattachent, au sud, l'île des Pins et au nord les îles Belep, Huon et Surprise. Tout cet ensemble est entouré par une couronne de constructions récifales immergées qui s'étire suivant un axe nord-ouest, sud-est sur 800 km.

Suivant le même axe, à 150 km au nord-ouest de la Grande Terre, les îles Loyauté, Ouvéa, Lifou et Maré sont rattachées administrativement à la Nouvelle-Calédonie.

La Nouvelle-Calédonie est montagneuse avec une chaîne centrale, constituée de péridotites et de roches métamorphiques, dont l'altitude moyenne est de 1 000 m. Les fleuves côtiers sont très nombreux mais peu importants. A l'inverse, les îles Loyauté sont peu élevées, karstiques et les cours d'eau y sont totalement absents.

1.1.2. LE LAGON

Un récif barrière dont l'éloignement de la côte varie de un à une cinquantaine de kilomètres, délimite un lagon dont la superficie peut être estimée à 23 400 km² qui se répartissent en 4 grandes zones (*) :

le <u>Nord</u>	(au nord d'une ligne : 20ème parallèle, île Baaba, île Balabio, passe d'Amos, incluant les récifs des îles Huon et Surprise)	: 10 100 km ² ;
le <u>Sud</u>	(au sud d'une ligne : passe de Mato, île de Mato, île Ouen, Canal Woodin, côtes de la Grande Terre, Goro, passe de la Havannah)	: 2 900 km ² ;
l' <u>Ouest</u>		: 6 000 km ² ;
l' <u>Est</u>		: 4 400 km ² .

(*) Des détails sur les noms de lieux peuvent être trouvés sur la figure 15.

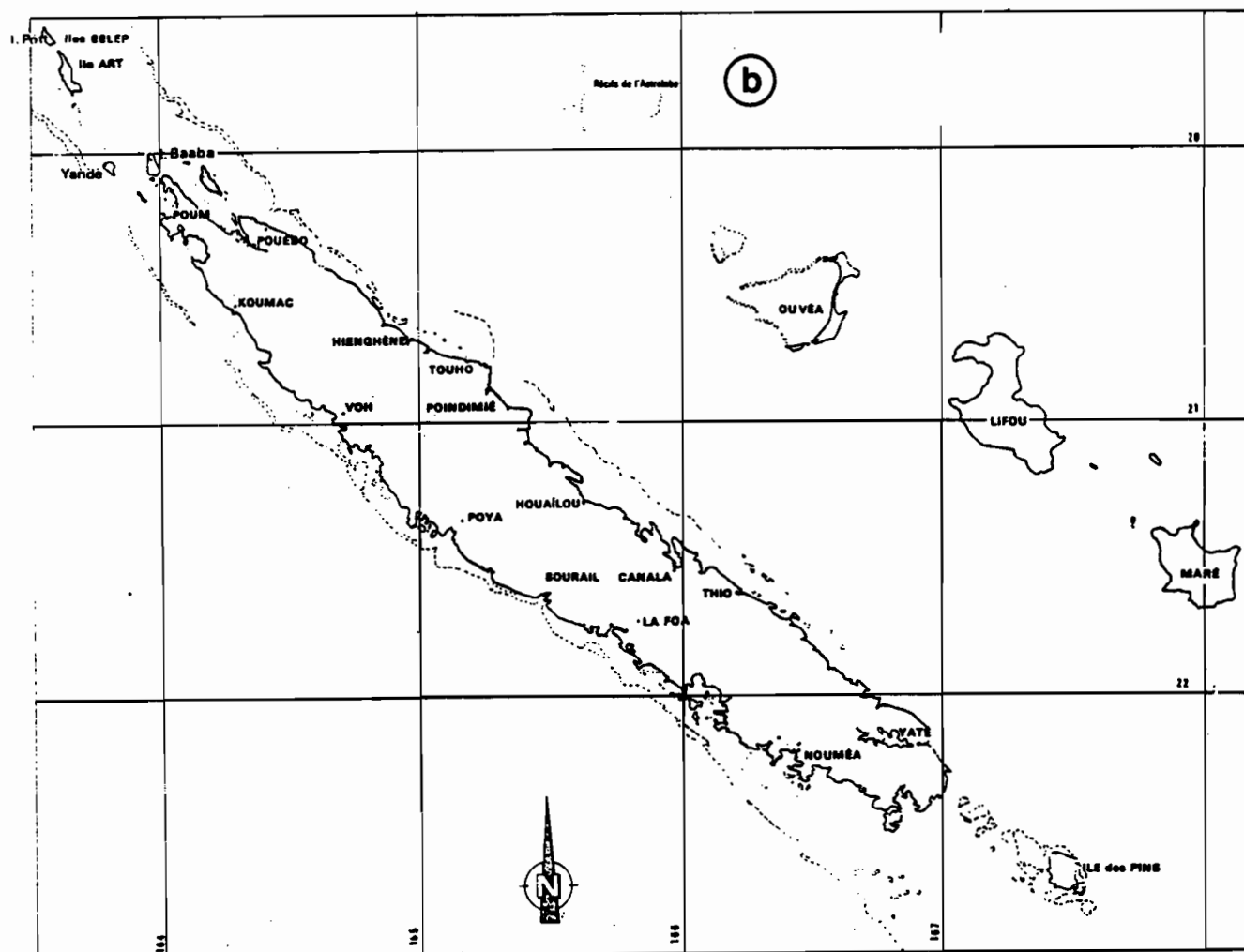
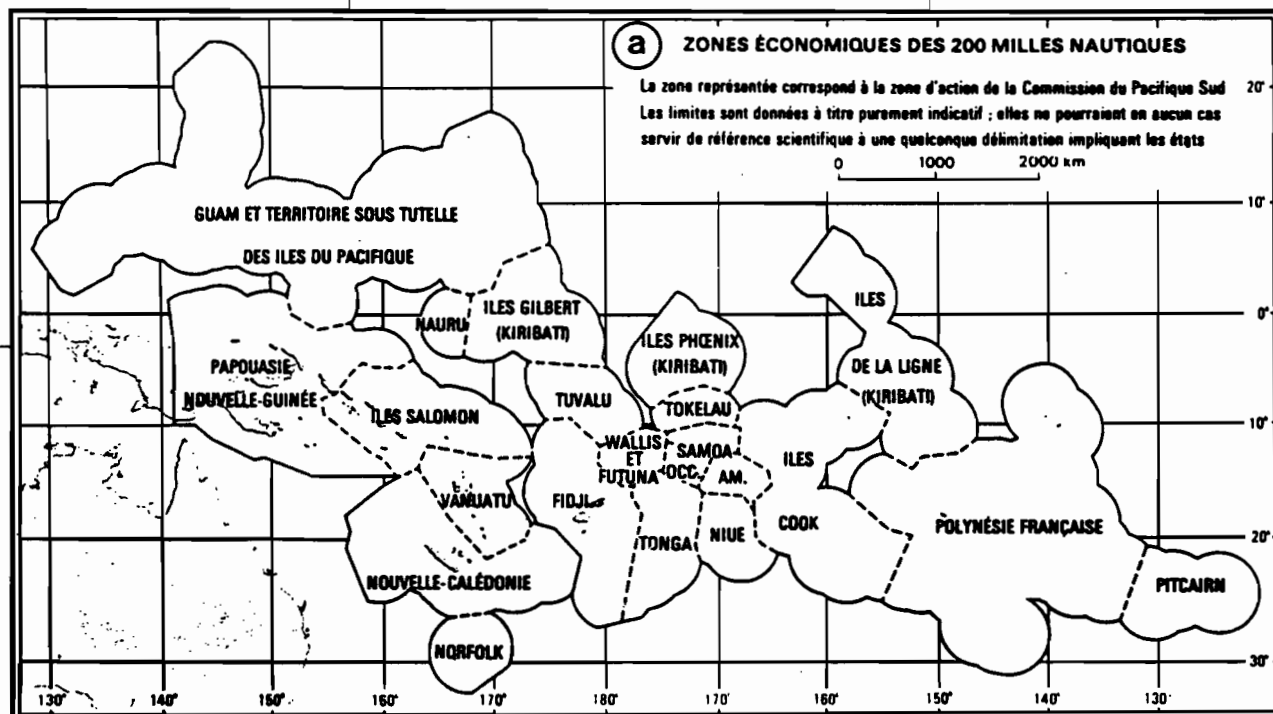


Figure 1. Situation d'ensemble. a) La Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique tropical. b) Carte de la Nouvelle-Calédonie et des îles Loyauté.

Le lagon Ouest est élargi (20 à 40 km) à ses deux extrémités, au sud de la baie de Saint Vincent et au nord de Koumac, il se réduit de plus en plus vers la partie médiane de l'île où il n'a plus que un ou deux kilomètres de large et entre les baies de Bourail et Chasseloup, il n'est accessible qu'à de toutes petites embarcations. Les profondeurs sont souvent faibles, dépassant rarement 30 m et 40 % de la surface a moins de 10 m de profondeur.

Le lagon Est a un aspect plus régulier ; sa largeur est en moyenne de 10 à 20 km et il est partout aisément navigable. La profondeur est le plus souvent de l'ordre de 40 m, atteignant même parfois 70 m. Le nord de la Grande Terre a quelque peu une structure d'atoll, puisqu'au delà des Belep il n'y a presque plus de terres émergées et que la barrière récifale s'étend encore sur près de 300 km.

Au sud de la Grande Terre, le lagon est prolongé par deux grandes extensions d'une soixantaine de kilomètres de long et de 20 km de large environ. Ces deux cornes sont parsemées d'îlots coralliens et de platiers récifaux, et la navigation y est très délicate. L'île des Pins est incluse dans l'extension la plus orientale.

Ouvéa est un atoll semi-actif dont le lagon, profond en moyenne de 20 m, a une superficie de 830 km². Lifou et Maré sont des plateaux calcaires surélevés. Leurs côtes sont bordées d'un platier corallien très réduit et il n'y a pas de lagon.

1.1.3. MORPHOLOGIE DU LITTORAL

La géologie influe bien sûr, sur l'aspect des côtes et l'on peut distinguer trois grandes régions qui sont bien décrites par ILTIS (1981).

La Côte Ouest et le Nord

Du Mont Dore jusqu'à l'embouchure du Diahot, le littoral du versant ouest de la Grande Terre présente l'aspect d'une côte basse dont les cours d'eau se terminent en delta. La mangrove qui les colonise s'étend aux vasières littorales ainsi qu'à certains marais côtiers saumâtres. Vers le sud, la côte basse est interrompue par des plateaux calcaires qui forment des presqu'îles (Muéo, Népoui, Lebris, Bouraké) et qui alternent avec des baies. La baie de Saint Vincent, parsemée d'îlots rocheux offre un exemple remarquable d'ennoisement du relief. Au nord, la baie d'Harcourt correspond aussi à un ennoyage par un grand delta qui découvre largement à marée basse.

La moitié nord de la côte Est

La moitié nord de la côte orientale à partir de Ponerihouen reflète la variété des matériaux qui composent la chaîne centrale. Aux courtes portions saillantes, tronquées par

des escarpements, succèdent de petites plaines alluviales terminées par des plages. L'embouchure des principaux cours d'eau s'évase largement pour former de véritables estuaires dont l'extrémité est barrée par une flèche littorale (Tchamba, Amoa, Tiwaka). A partir de Hienghène, la côte devient plus abrupte et de nombreuses cascades arrivent dans la mer. Ce n'est que plus au nord entre Pouébo et Balade qu'une petite plaine alluviale en partie envahie par la mangrove peut à nouveau se développer. Elle annonce la grande plaine alluviale de l'embouchure du Diahot.

Le Sud et la moitié sud de la côte Est

A partir de Ponerihouen, en se dirigeant vers le sud et jusqu'au Mont Dore, les massifs de péridotites arrivent à la côte. Le littoral est souvent constitué de petites falaises au pied desquelles on a, soit immédiatement un récif frangeant, soit une plage détritique de coraux morts qui précède le récif. La plupart des cours d'eau finissent par des rias, parfois très vastes, au fond desquelles on observe souvent un minuscule delta.

1.1.4. LES COURS D'EAU

La Nouvelle-Calédonie possède un réseau hydrographique très dense, dont les caractères généraux sont présentés par BAUDUIN et BRUNEL (1981). En raison de sa forme allongée et de son relief montagneux elle est dotée de bassins versants de taille réduite. Le climat confère aux régimes hydrologiques une irrégularité saisonnière marquée avec une période d'étiage de juillet à décembre et des crues entre décembre et avril. La violence de celles-ci entraîne un débit solide important, fortement accentué par les nombreuses exploitations minières, à ciel ouvert, dans des massifs montagneux. Ces apports sédimentaires se déposent dans les deltas de la côte Ouest ou au fond des rias de la côte Est.

A partir de la carte des précipitations (fig.2), en tenant compte des superficies des bassins versants et en effectuant une correction pour l'évaporation, on a pu estimer l'apport d'eau annuel des divers secteurs du lagon de Nouvelle-Calédonie (fig.3). On constate qu'il est plus de deux fois supérieur dans le lagon Est. Cependant compte tenu de la morphologie des côtes et de la profondeur moyenne des lagons Est et Ouest, il est cependant possible, que l'effet des eaux douces se fasse plus sentir sur la côte Ouest.

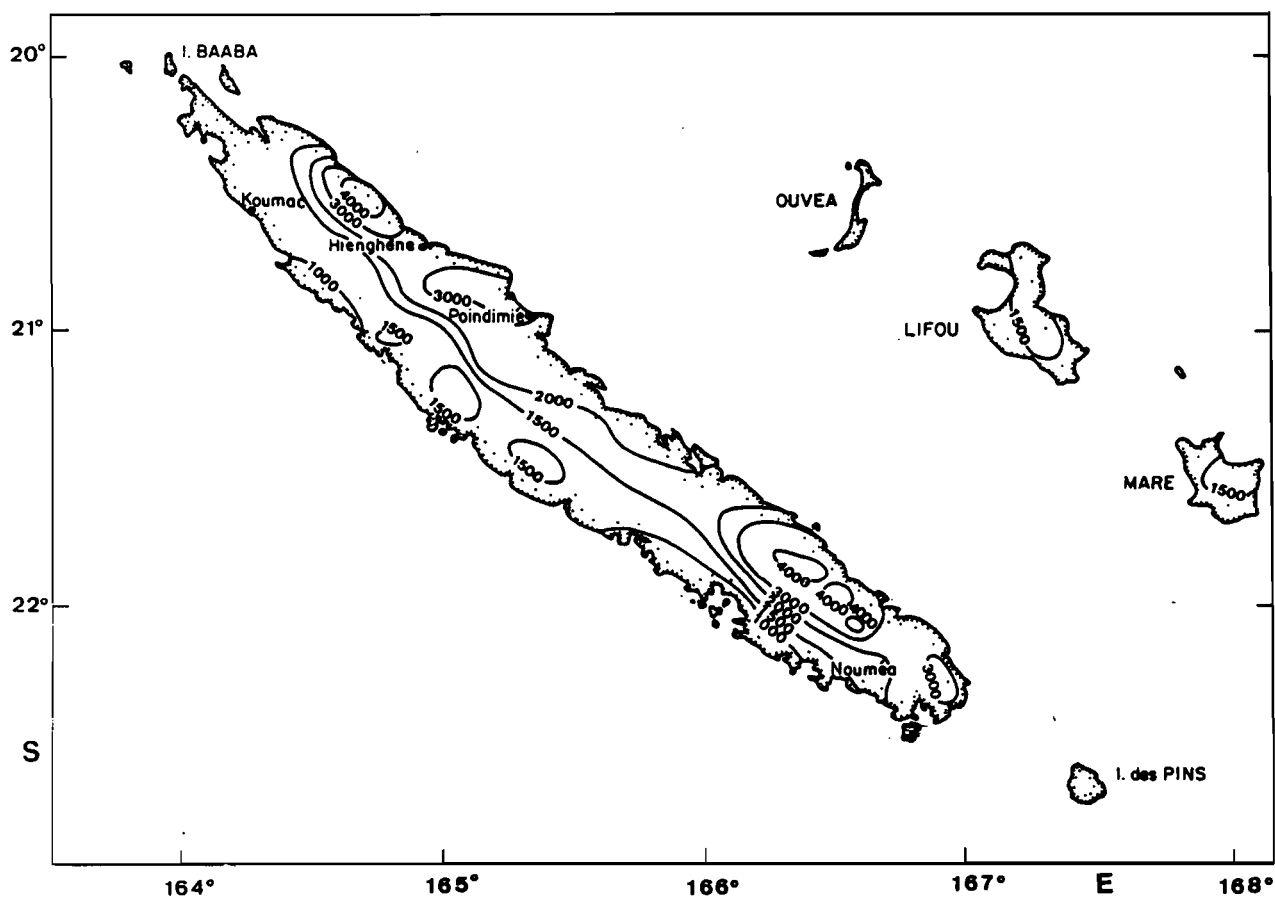


Figure 2. Précipitations en Nouvelle-Calédonie.

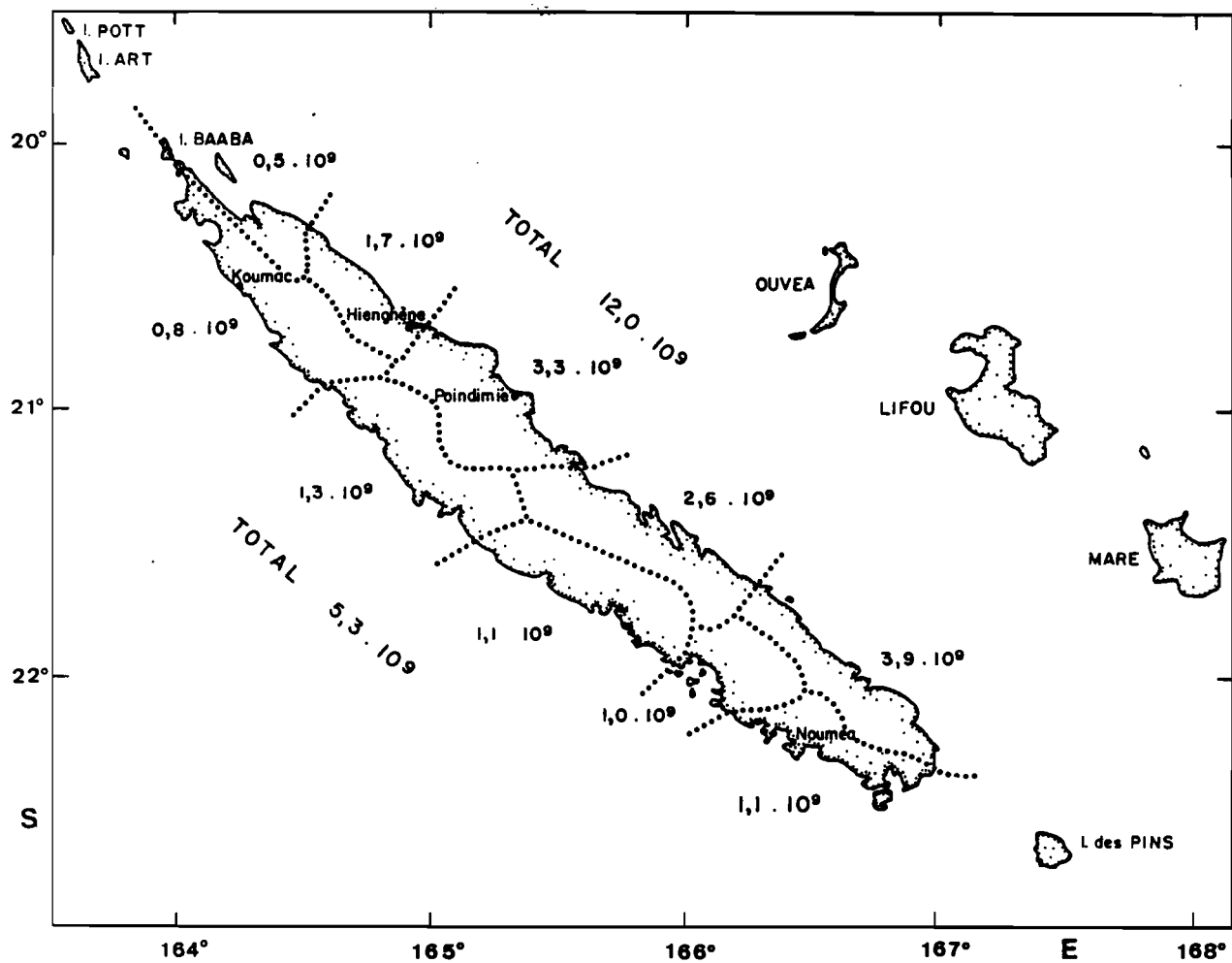


Figure 3. Apports d'eaux (en m^3/an) dans divers secteurs du lagon.

1.2. FACTEURS CLIMATIQUES

1.2.1. LA TEMPERATURE

La Nouvelle-Calédonie a un climat tropical, fortement influencé par son caractère insulaire et montagneux. Au cours de l'année la moyenne des températures passe par un maximum en février, qui se situe suivant les lieux entre 25° et 29°C et un minimum en juillet vers 18° à 21°C. La figure 4 présente les moyennes mensuelles des températures à Nouméa (sud-ouest de l'île) et Hienghène (nord-ouest) établies sur des observations réalisées entre 1956 et 1975.

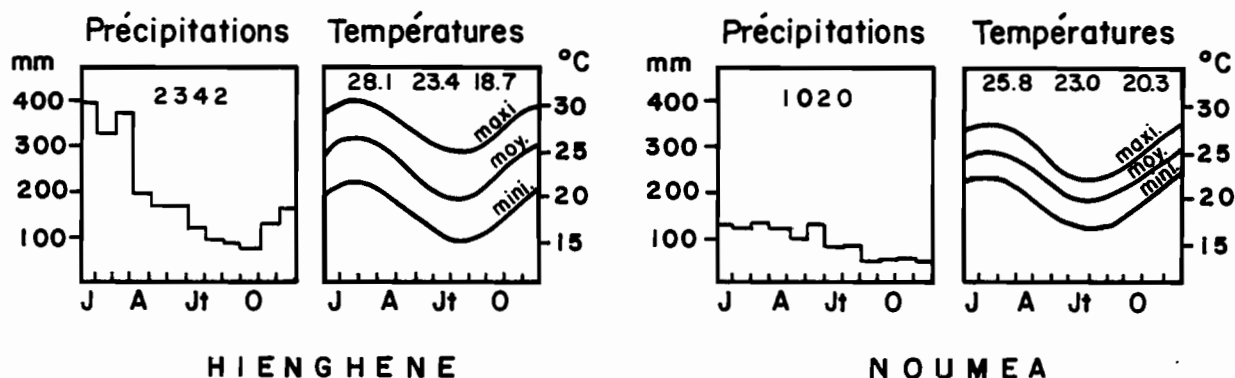


Figure 4. Moyenne mensuelle des températures et des précipitations à Hienghène et Nouméa, (adapté de l'Atlas ORSTOM, 1981).

1.2.2. LE VENT (fig.5)

En dehors du passage de perturbations d'origine équatoriale ou polaire, le régime habituel dans la région est celui des vents qui soufflent d'un secteur compris entre l'est-nord-est et le sud-est. Sur la Grande Terre, ce courant est modifié par la configuration du relief. Ainsi, sur le nord de la côte Ouest la brise de mer dévie ce courant vers le sud tandis que sur la côte Est elle le dévie vers le nord-est. Les calmes (vents inférieurs à 6 noeuds) sont les plus fréquents en octobre-novembre et avril à juin (30 %).

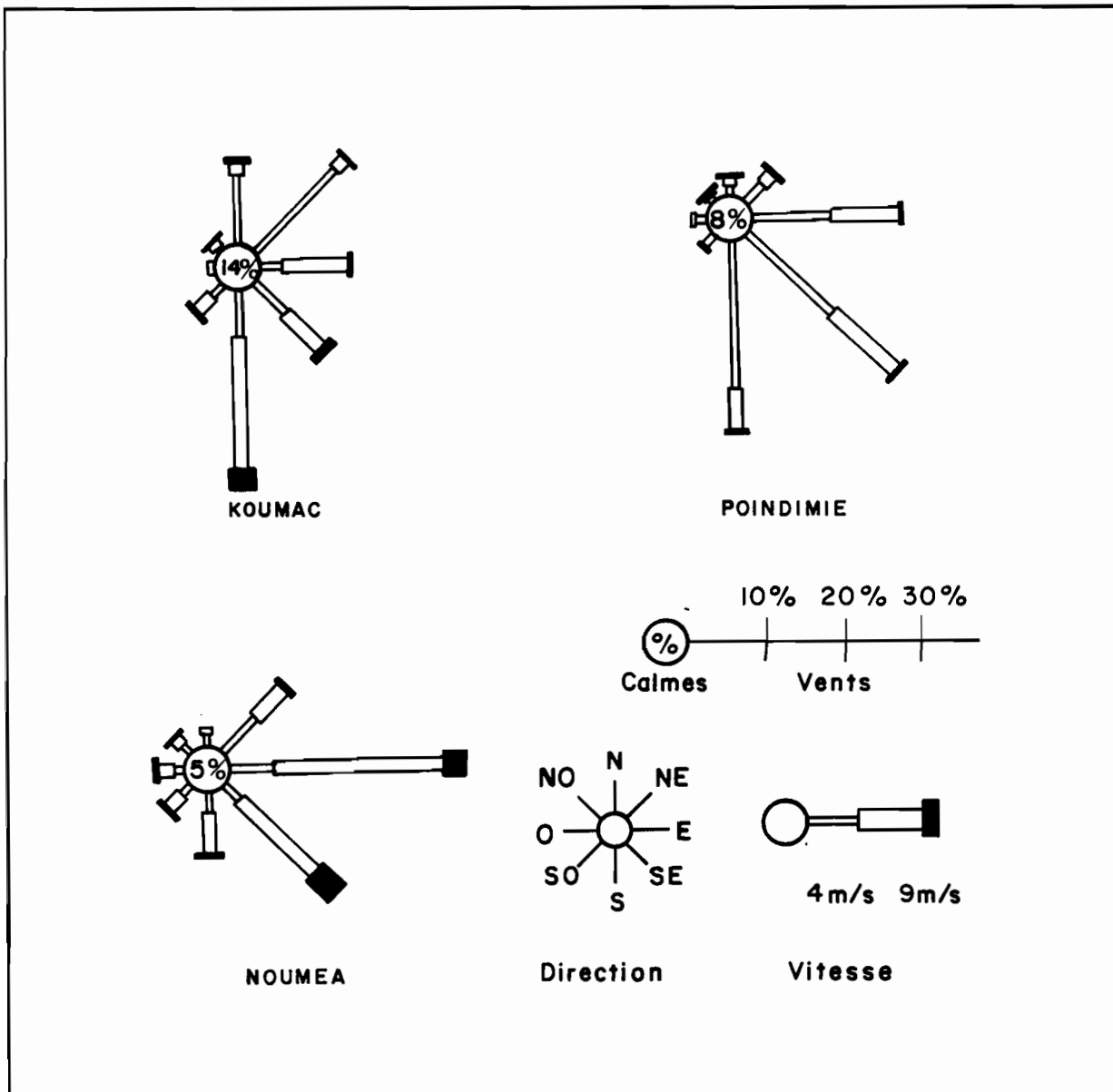


Figure 5. Direction et vitesse des vents à Koumac, Poindimié et Nouméa, (adapté de l'Atlas ORSTOM, 1981).

Les vents d'est

Ce sont les alizés, qui sont prédominants et soufflent statistiquement 218 jours par an à Nouméa. Ils sont plus fréquents et plus forts en été où leur moyenne est de 8 à 15 noeuds. La vitesse du vent subit également une variation journalière. Faible en début de matinée, elle se renforce au cours de la journée pour atteindre sa valeur maximale entre 14 et 17 heures ; elle décroît ensuite progressivement.

Les vents d'ouest et des autres secteurs

Les "coups d'ouest" sont des vents forts à très forts de secteur compris entre le nord-ouest et le sud-ouest associés au passage, au sud de l'île, de perturbations d'origine polaire. Ces vents sont peu fréquents, mais en saison fraîche, de mai à septembre leur vitesse peut atteindre 40 à 50 noeuds.

Les vents cycloniques

De décembre à avril, des dépressions tropicales et des cyclones se forment vers 5° à 10° S et passent sur la Nouvelle-Calédonie ou à son voisinage. Ils provoquent des vents très violents, dépassant généralement 50 noeuds et de très fortes précipitations.

1.2.3. LES PRECIPITATIONS

La carte des précipitations annuelles sur la Nouvelle-Calédonie (fig.2) montre que sur le sommet des massifs du mont Panié et du mont Humbolt, il tombe 4 000 mm. Au voisinage des côtes, la pluviométrie est bien sûr moins forte, et elle est bien différente suivant le versant de l'île. La côte Est reçoit de 2 000 à 3 000 mm d'eau alors que sur la côte Ouest, le total annuel est, suivant les régions, de 900 à 2 000 mm. Ces valeurs sont des moyennes établies sur une longue période car les variations interannuelles sont fortes. En effet, sans qu'il y ait véritablement de saison sèche, les fortes précipitations se produisent en été et sont liées au passage des perturbations tropicales dont le nombre et l'intensité varient fortement d'une année à l'autre. La figure 4 présente, outre des informations sur les températures, la répartition mensuelle des pluies à Nouméa (sud-ouest de l'île) et à Hienghène (nord-est) établies sur des observations réalisées entre 1956 et 1975.

1.2.4. L'HYDROCLIMAT

1.2.4.1. L'hydrodynamisme

La région de la Nouvelle-Calédonie est soumise à un régime de marées semi-diurnes dont le marnage n'excède pas 1,80 m. Du fait du système récifal et lagonaire, les courants de marées sont intenses particulièrement à proximité des passes et des îlots où ils dépassent fréquemment 2 noeuds.

La houle est arrêtée par le récif barrière et ne pénètre pas dans le lagon, par contre, les vents qui sont fréquents provoquent un clapot d'autant plus intense qu'il n'y a justement pas de houle. Ce clapot peut constituer une gêne importante pour la pêche que l'on est contraint de faire dans les zones abritées.

Le passage de dépressions tropicales ou de cyclones peut perturber fortement les fonds en brisant et détruisant les coraux.

1.2.4.2. Température et salinité

Les conditions hydroclimatiques ont été suivies pendant toute l'étude. La température de l'eau varie peu entre la surface et le fond en raison des courants de marée et du clapot qui assure le brassage des eaux. Ce brassage n'est cependant pas suffisant pour mélanger rapidement les eaux douces et l'eau de mer à la suite d'une forte pluie ou d'une crue et la différence de salinité entre les eaux de surface et celle du fond peut être importante. De même, on a pu observer plusieurs fois, une couche d'eau de surface de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur fortement chargée de sédiments.

La figure 6 présente les variations de température (mesurée en sub-surface) et de salinité (au voisinage du fond, afin d'éliminer les anomalies engendrées par une forte pluie) mesurées à quatre stations qui ont été choisies comme représentatives des secteurs Nord, Sud, Est et Ouest : baie de Saint Vincent au nord de l'île Mathieu, baie d'Harcourt près de l'îlot Taabam, baie Laugier ou de Kouaoua, baie du Prony.

Le cycle saisonnier est bien marqué. Les températures minimales s'observent vers le mois de septembre et sont comprises entre 21° et 23° C, et les maximales entre février et avril, où les eaux atteignent 27° à 29° C. La température est généralement inférieure de 1° à 2° C dans le Sud et le Sud-Ouest. L'oscillation annuelle est régulière et l'amplitude assez faible puisqu'elle se situe entre 7° et 9° C.

Les salinités suivent, elles aussi un cycle saisonnier en fonction des précipitations, décalé par rapport au cycle de température. Les maxima s'observent en novembre à la fin de la période d'étiage des cours d'eau et les minima en avril, après le passage des dépressions tropicales et des cyclones. Les salinités sont généralement plus élevées dans le Sud et le Sud-Ouest. D'autre part, l'amplitude de la variation saisonnière est plus importante dans les fonds des baies que dans les zones profondes du lagon ou à proximité du récif barrière.

Les variations inter-annuelles paraissent très réduites pour les températures mais plus importantes pour les salinités, qui sont le reflet des fortes variations que connaît la pluviométrie et le débit des cours d'eau.

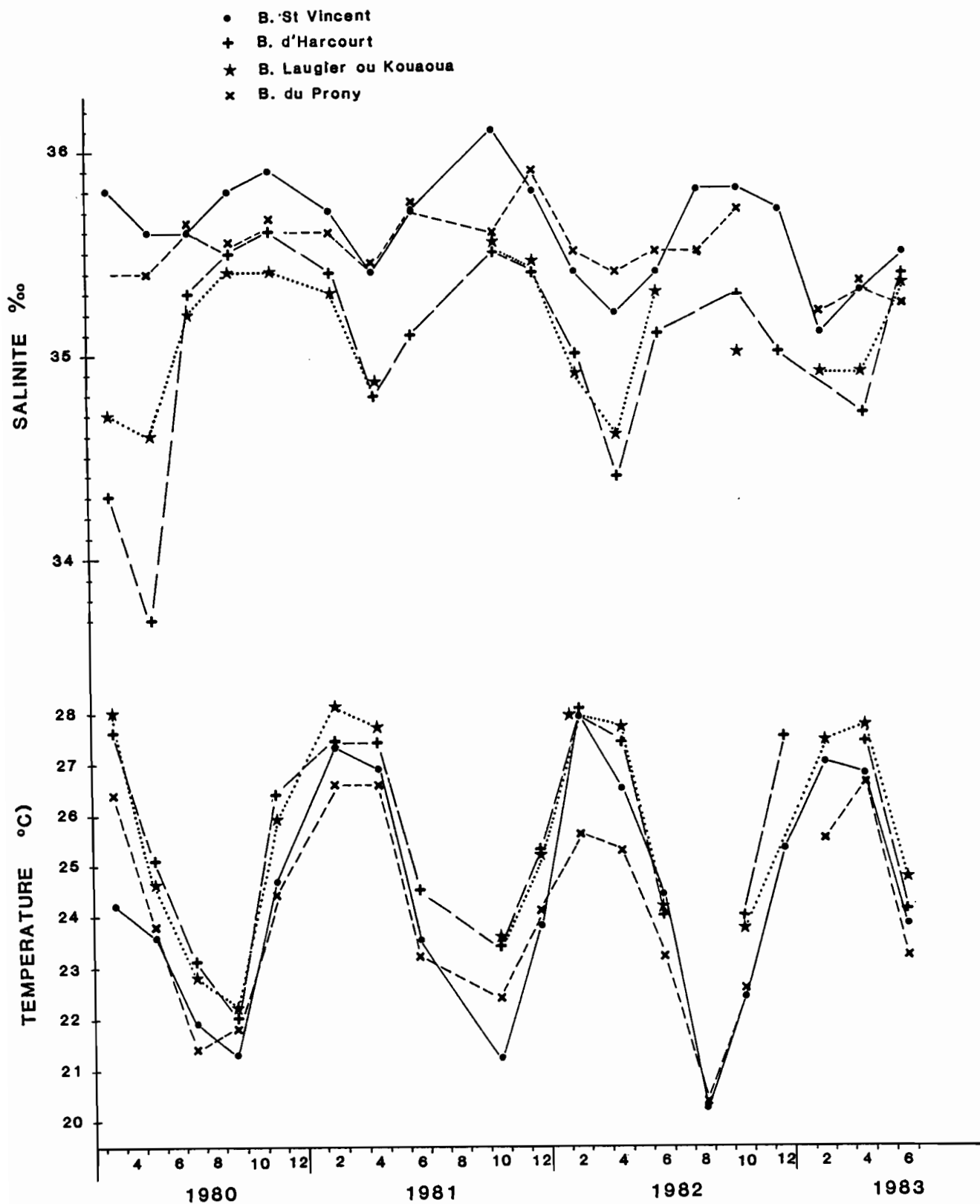


Figure 6. Variation des conditions hydroclimatiques.

1.3. FACTEURS BIOTIQUES

Les poissons pélagiques du lagon s'intègrent dans leur environnement en subissant les influences des facteurs physicochimiques et des facteurs biologiques. Parmi ces derniers on peut distinguer les peuplements pelagiques et les peuplements benthiques.

Les peuplements pélagiques sont constitués par le phytoplancton, le zooplancton, et le necton composé essentiellement par les poissons. Le milieu benthique comporte un certain nombre de biotopes déterminés par la nature des fonds et les conditions hydroclimatiques. Les fonds durs sont généralement coralliens et aux faibles profondeurs leur correspondent des récifs. Les fonds sableux occupés par des herbiers ou des prairies alguales se terminent à la côte par des plages. Enfin, les fonds vaseux sur le littoral sont occupés par des mangroves qui peuvent s'étendre sur de vastes surfaces.

1.3.1. LE MILIEU PELAGIQUE

1.3.1.1. Le phytoplancton

La masse d'eau qui transite dans le lagon présente des caractères particuliers par rapport au milieu océanique, sous l'effet des apports d'eau terrestre, et de la sensibilité que présente une eau peu profonde à l'action de l'atmosphère. La richesse en phytoplancton peut être estimée par des mesures de teneur en chlorophylle et constitue un bon indicateur de la productivité primaire. Depuis 1979 des mesures hebdomadaires sont faites par le Centre ORSTOM de Nouméa, à 4 stations situées sur une radiale allant de Nouméa au grand récif. La figure 7 présente de 1980 à 1983, les valeurs mensuelles moyennes de la chlorophylle a, mesurée en surface. D'une manière générale les quantités de chlorophylle sont supérieures à ce que l'on peut observer dans le milieu océanique ; elle sont cependant peu élevées en comparaison des zones néritiques des régions tropicales à upwelling. La saisonnalité n'est pas marquée de façon nette, elle apparaît cependant avec des maxima en début de saison froide, en mai-juin-juillet, qui peuvent être liées à l'augmentation de la chlorophylle de surface qui s'observe au large pendant la saison froide grâce à la remontée de la nutrice (DANDONNEAU et GOHIN, 1984).

1.3.1.2. Le zooplancton

Sur la même radiale, des pêches de zooplancton ont été réalisées et les moyennes mensuelles des volumes sédimentés sont présentées aussi sur la figure 7. La saisonnalité est assez marquée et les plus fortes densités s'observent au début de la saison chaude de novembre à janvier. Il n'apparaît pas de corrélation évidente entre l'abondance de la chlorophylle et celle du zooplancton.

La composition du zooplancton a été étudiée par BINET (1984) dans la région de Nouméa et du sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie. Les analyses des correspondances sur des séries de récoltes d'une même station laissent apparaître une fluctuation, ce qui ne surprend pas, entre la saison chaude et la saison froide. Beaucoup plus intéressante est l'analyse des correspondances sur la composition quantitative des copépodes à

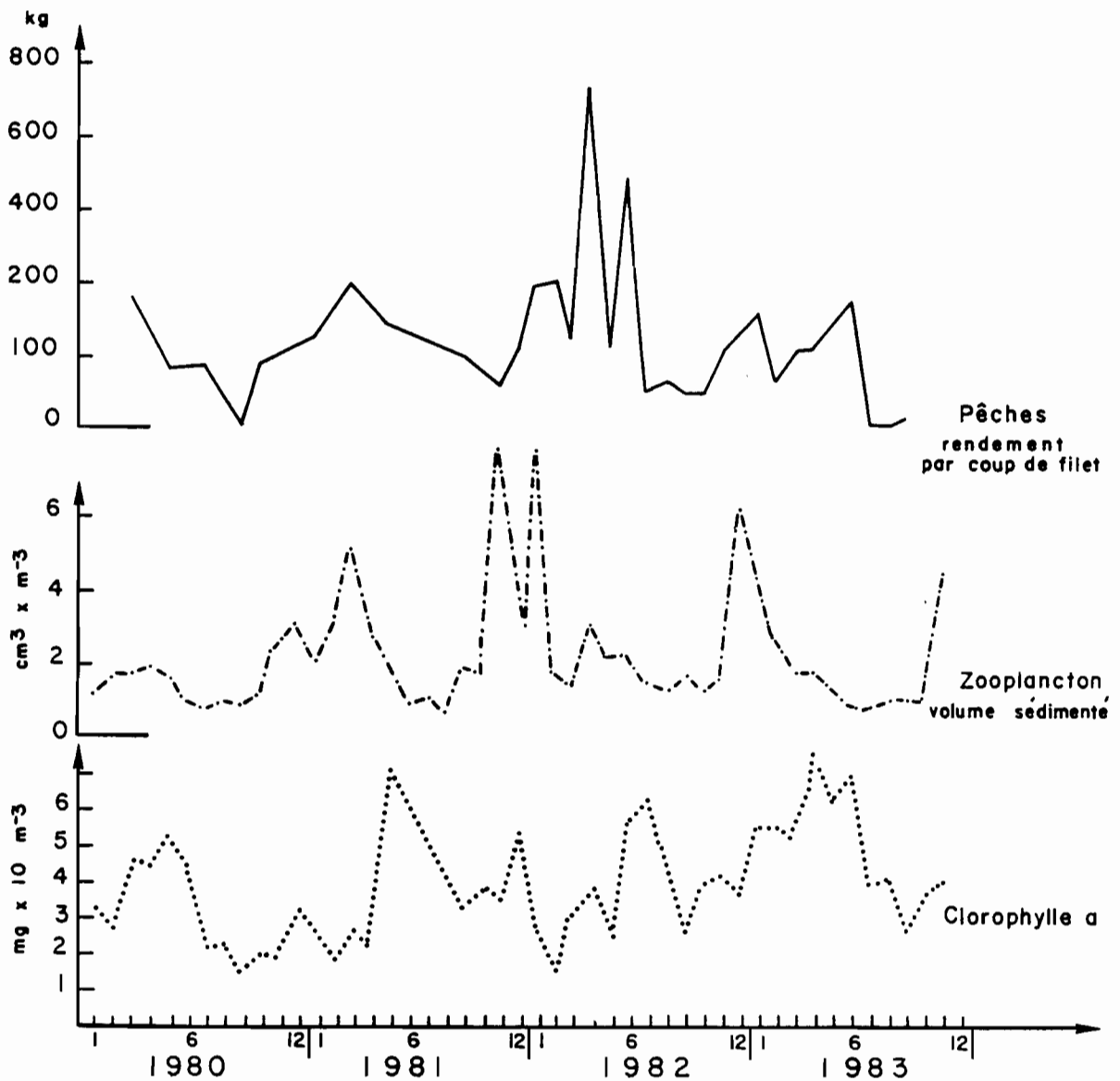


Figure 7. Variation de la teneur en chlorophylle a, du volume sédimenté de zooplancton et du rendement des pêches dans la région de Nouméa.

diverses stations du lagon sud-ouest (figure 8). Les barycentres pour ces stations s'ordonnent suivant deux axes convergents et différencient nettement les stations du Large, de Prony-interne (baie profonde sans mangrove) et de Dumbéa (baie profonde à mangrove). Nous verrons ultérieurement que des différences analogues apparaissent avec les pêches de poisson. Dans une autre étude sur le plancton du lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, BINET (1985) en utilisant les diversités spécifiques dans l'analyse des communautés de copépodes, montre que le lagon est un lieu de passage pour l'eau du large et que les peuplements planctoniques sont en rajeunissement permanent.

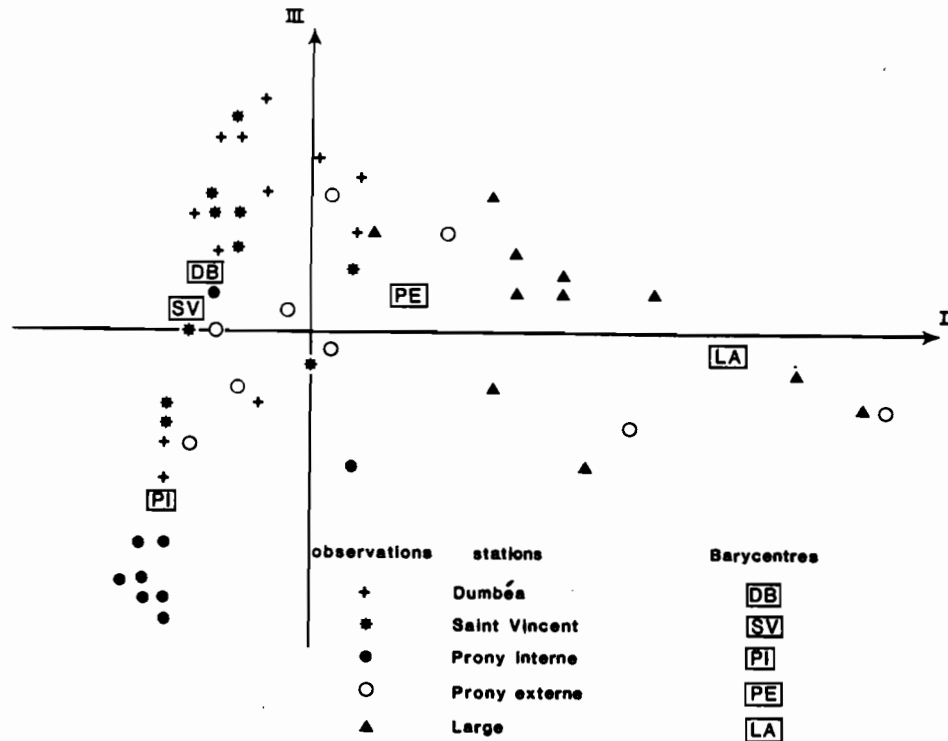


Figure 8. Analyse des correspondances de la série "Lagon" quantitative. Projection des observations dans le plan (I, III ; l'axe I extrait 23,8 %, l'axe III 14,2 % de l'inertie totale. (D'après Binet, 1984)

1.3.1.3. Les poissons pélagiques

Les poissons pélagiques constituent un élément important du milieu biologique du lagon. Ils peuvent, en fonction de leur taille, être divisés arbitrairement en poisson de petite ou de grande taille sans que la frontière soit clairement définie. Le partage d'un même habitat et la prédation sur des groupes de taille inférieur, en raison des caractères propres des espèces ou de leur âge, lie la biologie de tous ces poissons pélagiques.

Les espèces de petite taille sont l'objet de la présente étude. Pour les espèces de moyenne ou de grande taille, deux familles, les Scombridés et les Carangidés regroupent la majorité des espèces. Chez les Scombridés on citera plus particulièrement les bonites (Katsuwonus pelamis et Euthynnus affinis), les thazars (Scomberomorus commerson et Acanthocybium solandri) et les maquereaux (Rastrelliger kanagurta), et chez les Carangidés, plusieurs genres de carangues, les maquereaux chevaliers (Scomberoides spp.) et les chinchards (Decapterus spp. et Selar spp.). Appartenant à d'autres familles les bécunes (Sphyraena spp) et les coryphènes (Coryphaena equisetis) sont aussi des prédateurs actifs. Par contre, nous manquons complètement d'informations, sur la pression que pourraient exercer les requins et les mammifères marins sur les bancs de petits pélagiques.

1.3.2. LE MILIEU BENTHIQUE

1.3.2.1. Les coraux et récifs coralliens

Les écosystèmes coralliens s'observent dans de nombreuses zones peu profondes des régions tropicales de l'océan Indien et de l'ouest des océans Atlantique et Pacifique. Ils sont composés d'une mosaïque de biotopes dont l'assemblage varie suivant le type de complexe récifal envisagé.

Plusieurs études ont été consacrées aux récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, en particulier celles de CHEVAL IER (1973), COUDRAY (1982) et CONAND et CHARDY (1985) qui montrent la diversité de l'ensemble. Le lagon de Nouvelle-Calédonie est remarquable par bien des aspects :

- son étendue d'abord, puisque sa superficie avoisine 24 000 km² dont 10 000 km² au voisinage de la Grande Terre, constituant après la Grande Barrière d'Australie une des plus grandes unités du monde ;
- son caractère fermé, en particulier sur la côte ouest, où la barrière récifale délimite le lagon qui constitue un milieu clos pour la plupart des espèces, même si elle est perméable à l'eau qui est constamment renouvelée par le déferlement et sa sortie par les passes ;
- la présence d'une île haute qui entraîne des apports terrigènes et d'eau douce ;
- enfin la position géographique, peu éloignée du centre du maximum de richesse spécifique qui se situe en Malaisie orientale et Nouvelle-Guinée, est cause d'une grande diversité d'espèces.

Trois types d'édifices coralliens se rencontrent en Nouvelle-Calédonie, le récif barrière, les récifs d'îlots et les récifs frangeants et à chacun correspondent des faciès des platiers internes et externes et des pentes internes et externes. L'ensemble de ces structures conditionne toute la topographie du lagon et crée une multitude de sites et d'habitats, y compris pour les espèces pélagiques. Les poissons font partie du peuplement de ces récifs et y jouent un rôle particulièrement important. GOLDMAN et TALBOT (1976) ont montré que d'un point de vue trophique, ils se classent en 4 groupes : les brouteurs, les prédateurs d'invertébrés benthiques, les prédateurs de poissons et les planctonophages et la biomasse de chacun de ces groupes est à peu près identique dans une zone de pente interne. Certaines espèces planctonophages sont suivies les heures et les conditions, nectoniques ou épibenthiques et vivent en association avec les coraux. Il suffit d'avoir plongé à une période d'abondance des petits sprats pour se rendre compte que les coraux branchus constituent un habitat et une protection pour eux. On peut penser que leur action est réciproquement favorable en contribuant à éliminer des organismes en suspension et à restituer sous forme de fèces des éléments azotés. Des bancs de prêtres et de sardines sont aussi, fréquemment observés sur les platiers récifaux dans 10 à 20 cm d'eau ; cet autre exemple montre là aussi les variations de comportement des espèces et leurs relations avec le milieu corallien.

1.3.2.2. Les mangroves

Elles occupent au total 20 000 ha en Nouvelle-Calédonie, mais sont bien plus importantes sur la côte Ouest et dans le Nord. En général elles s'étirent le long du rivage et s'étendent en formations plus importantes, sur les deltas des fleuves côtiers. Les surfaces restent cependant limitées et les unités supérieures à une centaine d'hectares sont exceptionnelles. Sur la côte Est et dans le Sud les paletuviers isolés sont fréquents, mais les mangroves sont rares et le fond de la baie de Canala constitue une exception. En Nouvelle-Calédonie, les mangroves n'ont pas l'exubérance et la richesse floristique de celles de Nouvelle-Guinée ou de Malaisie et constituent des formations assez basses de quelques mètres en général ; par contre elles sont assez denses. Une vingtaine d'espèces, toutes indo-pacifiques, les composent, réparties selon une zonation de la mer vers la terre.

Les mangroves constituent un écosystème complexe, dont un résumé des principales caractéristiques peut être trouvé dans les articles de KIENER (1973) et de BLASCO (1982). La production végétale va à la mer sous forme de litière (feuilles, rameaux, fruits, etc...) et subit une série de transformations par des micro-organismes suivies par des maillons plus élevés dans la chaîne trophique. Un certain nombre d'espèces de poissons et en particulier des pélagiques sont liés à cet écosystème qui, soit constitue leur habitat permanent, soit joue

un rôle à une phase de leur cycle biologique. Ainsi JOHANNES (1978) a observé, que les Herklotsichthys vivaient dans le lagon mais se reproduisaient dans les chenaux des mangroves et qu'à l'inverse Lutjanus argentimaculatus qui se reproduit dans le lagon ou au voisinage de la pente récifale externe, a son habitat usuel dans les chenaux de mangrove.

Le rôle des mangroves en Nouvelle-Calédonie est important pour certaines espèces de petits pélagiques qui, comme nous verrons ultérieurement, sont étroitement liées à ce milieu.

1.4. FACTEURS HUMAINS

1.4.1. POPULATION DE LA NOUVELLE-CALEDONIE

La Nouvelle-Calédonie et les îles Loyauté forment un ensemble de 145 000 habitants (recensement de 1983) et la superficie de l'île et de ses dépendances est de 19 100 km². Ces valeurs montrent tout de suite que le peuplement de l'île est faible, avec une densité de 7,6 h/km². A titre de comparaison, à la même latitude, l'île de la Réunion a 199 h/km² et l'île Maurice 445 h/km².

Un autre fait marquant est l'importance de la région de Nouméa puisque la ville et ses environs regroupent la moitié de la population. Compte-tenu de la forme étirée de l'île, c'est seulement dans cette région que l'effort d'exploitation a une certaine intensité ; ailleurs il est très réduit. Afin de donner une idée de la faible population par rapport aux surfaces de lagon, la figure 9 a été établie en indiquant le nombre d'habitants de chaque commune et son rapport à la superficie du lagon, pour une douzaine de secteurs. Habituellement on exprime une telle relation en pression de pêcheurs par unité de surface. Dans le cas présent, ce nombre est peu élevé et cette activité irrégulière et nous avons préféré présenter sur la figure des surfaces moyennes disponibles par habitant. De même que des densités de populations, ces valeurs ne peuvent donner qu'une information sommaire. Elles montrent cependant la faible pression humaine qui s'exerce sur le lagon de Nouvelle-Calédonie, même dans le sud-ouest de l'île pourtant plus peuplé.

1.4.2. LA PECHE DANS LE LAGON

La pêche en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyauté est d'abord une activité occasionnelle ou de loisir pratiquée par une grande partie des habitants, ce qui peut s'expliquer par plusieurs motifs. La population habite le plus souvent près du littoral et de toute façon jamais à plus de 30 km. La facilité de la navigation dans le lagon n'exige ni compétence particulière, ni une embarcation de qualité. Enfin, la pêche à pied peut être pratiquée en de nombreux endroits, le long des côtes ou sur les platiers, grâce à la faible agitation de la

mer. La pêche pratiquée par des non professionnels est administrativement dénommée pêche plaisancière, terme particulièrement inapproprié au cas de la Nouvelle-Calédonie où cette activité est essentielle dans l'économie de nombreuses familles à revenus modestes. Le nombre de bateaux, dits de plaisance, est élevé, il est de l'ordre de 7 000.

La pêche est aussi faite par des professionnels, 200 bateaux immatriculés, de longueur comprise entre 3,5 et 9 m. Ceci représente moins d'un millier de personnes, et un certain nombre d'entre eux n'ont qu'une activité intermittente. On peut ainsi observer en Nouvelle-Calédonie toutes les transitions entre les non pêcheurs et les pêcheurs professionnels à temps complet. LOUBENS (1978) dans son étude de la pêche des poissons dans le lagon néo-calédonien estime qu'en 1975, les captures de la pêche plaisancière étaient de 4 400 tonnes et celles de la pêche professionnelle de 1 050 tonnes. Ces valeurs ne représentent que les prises réalisées avec des bateaux et ne tiennent pas compte de la pêche à pied, qui a une certaine importance pour les sardines en particulier.

La totalité des poissons pêchés dans le lagon sont consommés en Nouvelle-Calédonie et il n'existe aucune exportation.

Les principaux caractères démographiques et les aspects de la pêche qui viennent d'être présentés permettent aisément de comprendre que la commercialisation du poisson est peu développée, en particulier pour les espèces de petite taille, comme les sardines et les prêtres, fragiles et de faible valeur commerciale. Au marché de Nouméa où les ventes annuelles de poisson sont estimées à 200 tonnes, les maquereaux ne représentent que 2 % des ventes et sardines et prêtres seulement 0,2 % (pourcentages sur les poids ; LOUBENS, 1978).

Parmi les autres activités de pêche, il convient de citer l'exploitation des trocas pour la nacre et celle des holothuries. Ces deux pêcheries destinées à l'exportation ont une certaine importance.

Au cours de notre étude, 25 espèces de poissons environ étaient capturées mais seules 5 ou 6 d'entre elles sont d'une taille suffisante pour intéresser les pêcheurs. En fonction de leur taille, habitat, et comportement, on peut distinguer 2 groupes, les sardines et les prêtres d'une part, et les maquereaux et chinchards d'autre part.

Les sardines et les prêtres se regroupent souvent pendant la journée en bancs ou en petits groupes d'individus dans les zones littorales peu profondes ou sur les platiers lorsque ceux-ci sont recouverts par quelques dizaines de centimètres d'eau. La pêche est faite à l'épervier, et nous n'avons pas connaissance d'emploi du filet maillant ou encerclant pour capturer ces espèces en Nouvelle-Calédonie.

Les maquereaux et chinchards sont des espèces moins côtières qui elles, ne sont pas pêchées à partir du rivage, mais avec une embarcation, soit à la ligne, soit au filet maillant encerclant. Ce dernier type de pêche est pratiqué couramment dans la région de Nouméa et de l'Ile des Pins (LOUBENS, 1978). Le filet employé mesure le plus souvent 500 x 7 m avec des mailles de 32 à 33 mm noeud à noeud. Le rendement par coup de filet peut dépasser la tonne mais est plus généralement de quelques centaines de kilogrammes.

°
° °

En résumé, le milieu en Nouvelle-Calédonie est caractérisé par la dimension importante de l'île, par son relief et sa forme allongée. Ces facteurs expliquent l'existence de nombreux cours d'eaux et de mangroves. Par sa latitude, proche du tropique du Capricorne, l'île bénéficie de l'alternance d'une saison chaude et d'une saison tempérée. La présence d'un vaste lagon, plus grand que l'île elle-même, ceinturé par un récif barrière, constitue un ensemble écologique bien délimité. La faible population de la Nouvelle-Calédonie et l'absence d'exportation de poisson, expliquent le bas niveau d'exploitation du lagon.

Chapitre II

LES ESPECES

- 1 - Liste des espèces**
- 2 - Etudes systématiques de référence**
- 3 - Les espèces étudiées**

LES ESPECES

FOURMANOIR et LABOUTE (1976) estiment à 500 environ le nombre d'espèces de poissons présents dans le lagon de Nouvelle-Calédonie. La grande majorité d'entre eux est benthiques et la diversité des poissons de coraux est très grande. Bien que moins nombreux, les poissons pélagiques sont eux aussi abondants. On les sépare quelque peu artificiellement en fonction de leur taille, en grands pélagiques (bonites, carangues, coryphènes etc..) et petits pélagiques (sardines, prêtres, chinchards...). Ce sont ces derniers ainsi que certaines espèces partiellement démersales appartenant aux familles des Leiognathidés ou Caesionidés qui sont utilisées comme appât pour la pêche thonière.

2.1. LISTE DES ESPECES DE PETITS PELAGIQUES

Les espèces marquées d'une astérisque n'ont été pêchées que très occasionnellement.

ENGRAULIDAE

Stolephorus heterolobus
Stolephorus devisi
Stolephorus punctifer
Stolephorus indicus
Stolephorus insularis

Thrissina baelama

CLUPEIDAE

Herklotsichthys quadrimaculatus

Amblygaster sirm
Amblygaster clupeioides

- * *Sardinella melanura*
- * *Sardinella fijiensis*

DUSSUMIERIIDAE

Dussumieria sp type A
Dussumieria sp type B

Spratelloides delicatulus
Spratelloides gracilis

ATHERINIDAE

Atherinomorus lacunosus

Hypoatherina ovalaua

* *Hypoatherina barnesi*

* *Stenatherina panatella*

LEIOGNATHIDAE

Leiognathus bindus

* *Leiognathus elongatus*

Gazza minuta

CARANGIDAE

Decapterus russelli

* *Decapterus macrosoma*

Selar crumenophthalmus

Scomberoides lysan

SCOMBRIDAE

Rastrelliger kanagurta

CAESIONIDAE

* *Pterocaesio pisang*

2.2. ETUDES SYSTEMATIQUES DE REFERENCE

Plusieurs faunes régionales constituent des ouvrages de référence pour l'identification des poissons de la région. Ce sont en particulier, les fiches d'identification de la FAO (FISHER et WHITEHEAD, 1974), la faune des poissons de Nouvelle Guinée (MUNRO, 1967), et parfois aussi la faune des poissons côtiers du Japon de MATSUDA et al. (1975). Enfin, LEWIS et al. (1983) ont établi un guide des espèces courantes de l'appât thonier dans la région de la Commission du Pacifique Sud, avec des clés de détermination et quelques informations sur chacune des espèces.

Pour chacune des familles de petits pélagiques représentées dans l'appât thonier nous donnerons quelques références de travaux systématiques qui nous semblent le mieux faire le point des connaissances.

Engraulidae : WHITEHEAD (1965, 1967, 1972) ; RONQUILLO (1965), WONGRATANA (1980, 1983), NELSON (1982, 1983)

Clupeidae : WHITEHEAD (1963, 1965), WONGRATANA (1980, 1983)
CHAN, (1965)

Dussumieriidae : WHITEHEAD (1963, 1965), WONGRATANA (1980, 1983)

Atherinidae : SMITH (1961), IVANTSOFF (1978), WHITEHEAD et IVANTSOFF (1983)

Léiognathidae : JAMES (1975)

Carangidae : KIMURA et SUZUKI (1981)

Scombridae : MATSUI (1967)

D'autre part, un certain nombre d'études régionales donnent des listes d'espèces avec leur répartition géographique et des renseignements sur la systématique des petits pélagiques utilisés comme appât thonier. Dans l'océan Pacifique, les travaux de LEWIS et al. (1974) et de BALDWIN (1977) et dans l'océan Indien ceux de JONES (1964) sont particulièrement riches en information.

2.3. LES ESPECES ETUDIEES

La position systématique, et les caractères des principales espèces sont présentés. Les noms vernaculaires indiqués, sont les noms français (**Fr.**) et anglais (**An.**) employés dans le Pacifique tropical, et les noms japonais (**J.**) utilisés par les pêcheurs à la canne.

La figure ¹⁰ illustre les principales espèces de petits pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie

°
° °

ordre

CLUPEIFORMES

famille

ENGRAULIDAE

genre

Stolephorus Lacepède, 1803

espèce

Stolephorus (Encrassicholina) heterolobus (Rüppel, 1837)

synonymes

Engraulis heteroloba Rüppel, 1837

Stolephorus pseudoheterolobus Hardenberg, 1933

Anchoviella heteroloba Fowler, 1941

Fr. anchois bleu **An.** blue anchovy **J.** tarekuchi, katekuchi

Espèce ne dépassant pas 9 à 10 cm, pêchée surtout dans les baies assez profondes sous influence océanique. Appât excellent, pas trop fragile.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique à l'ouest de 180°.

°
° °

espèce

Stolephorus (Encrassicholina) devisi Whitley, 1940

Fr. anchois doré **An.** gold anchovy **J.** tarekuchi, katekuchi

Espèce atteignant 8 cm, difficile à distinguer de S. heterolobus pour des tailles inférieures à 4 cm. Pêchée dans les baies plus ou moins envasées avec des mangroves. Excellent appât, mais plus fragile que l'anchois bleu.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique à l'ouest d'une ligne Tonga-Samoa.

°
° °

espèce

Stolephorus (Enchrassicholina) punctifer (Fowler, 1938)

synonyme

Stolephorus buccaneri Strasbourg, 1960

Fr. anchois du large **An.** ocean anchovy **J.** taiyo tarekuchi

Espèce atteignant 8 cm. Anchois de pleine mer, souvent observé avec des bancs de thon et des oiseaux. Pénètre quelques fois dans le lagon et est capturé en mélange avec l'anchois bleu. Espèce très voisine de S. purpureus, le nehu de Hawaï, qui a été bien étudié.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique jusqu'aux îles de la Société.

°
° °

espèce

Stolephorus (Stolephorus) indicus (van Hasselt, 1923)

synonymes

Engraulis indicus van Hasselt, 1823

Anchoviella indica Fowler, 1941

Fr. anchois blanc **An.** Indian anchovy

Espèce de plus grande taille atteignant 14 cm, souvent représentée dans les pêches par quelques individus. Cet anchois très fragile ne survit pas à la capture et ne peut servir d'appât.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique jusqu'à la Polynésie Française.

°
° °

espèce . Stolephorus (Stolephorus) insularis Hardenberg, 1933

synonymes
Stolephorus bataviensis Hardenberg, 1933
Stolephorus insul arum Jordan and Seale, 1926

An. estuarine golden anchovy

Espèce atteignant 13 cm, pêchée dans les baies
envasées à proximité des mangroves. Anchois très
fragile ne pouvant servir d'appât.

Distribution géographique : océan Indien à l'est de Ceylan,
océan Pacifique à l'ouest des îles Samoa.

°
° °

genre
Thrissina Jordan and Seale, 1925

espèce
Thrissina baelama (Forsskäl, 1775)

synonymes
Engraulis baelama Weber et de Beaufort, 1913
Thrissocles baelama Fowler, 1941

Fr. anchois à écaille **An.** little priest **J.** ainoko iwashi

Espèce atteignant 12 cm, d'habitat très littoral.
Espèce robuste mais ayant tendance à fuir le
bateau lors de l'appâtage.

Distribution géographique: océan Indien, océan Pacifique
jusqu'aux îles Samoa.

°
° °

ordre

CLUPEIFORMES

famille

CLUPEIDAE

genre

Herklotsichthys Whitley, 1951

espèce

Herklotsichthys quadrimaculatus (Rüppel, 1837)

synonymes

Clupea punctata Rüppel, 1837

Harengula moluccensis Bleeker, 1853

Harengula ovalis Fowler, 1941

Fr. sardine An. gold spot herring J. mizun

Espèce la plus fréquemment rencontrée et la plus abondante. Atteint 15 cm et constitue un excellent appât. Espèce très ubiquiste, rencontrée aussi bien très près des côtes, que dans les zones profondes du lagon.

Distribution géographique: océan Indien et océan Pacifique jusqu'aux Samoa, introduite à Hawaï.

Remarque. Vers la fin de notre étude nous avons observé la présence de deux types : l'un correspondant à H. quadrimaculatus de couleur gris-vert avec deux tâches dorées sur chaque opercule ; l'autre de teinte plus bleue avec une seule tâche dorée sur l'opercule. Il pourrait s'agir d'une autre espèce et des échantillons sont étudiés par le Dr T. WONGRATANA.

genre

Amblygaster Bleeker, 1849

espèce

Amblygaster sirm (Walbaum, 1792)

synonymes

Sardinella sirm Reagan, 1917

Sardinella leiogastroides Bleeker, 1854

Clupea (Harengula) pinguis Weber et de Beaufort, 1913

Fr. sardinelle **An.** sardine, spotted pilchard J. ma iwashi

Très abondante dans les pêches surtout dans les baies profondes et au voisinage des récifs coralliens. Peut atteindre 25 cm ; appât correct pour la pêche à la canne lorsque les individus ne dépassent pas une douzaine de centimètres. Peuvent au-delà de cette taille être utilisés pour la pêche à la palangre.

Distribution géographique : océan Indien et océan Pacifique jusqu'aux îles Samoa.

°
° °

espèce

Amblygaster clupeoides Bleeker, 1849

Fr. sardinelle **An.** blue pilchard J. ma iwashi

Espèce peu commune, parfois mélangée à A. sirm, ne peut servir d'appât pour la pêche à la canne que lorsqu'elle est jeune, car elle atteint 28 cm.

Distribution géographique : océan Indien et océan Pacifique jusqu'aux îles Samoa.

°
° °

ordre

CLUPEIFORMES

famille

DUSSUMIERIIDAE

genre

Dussumieria Valenciennes, 1847

espèce

Dussumieria spp.

Fr. grand sprat An. sharp nosed sprat J. urume iwashi

Au début de notre étude une seule espèce, Dussumieria acuta Valenciennes, 1847, était reconnue dans le Pacifique ouest (WHITEHEAD, 1963). A partir de 1981, LEWIS (comm. pers.) a observé deux types de Dussumieria qui en fait, ne correspondent ni l'un ni l'autre, à l'espèce D. acuta. En attendant une description complète, il a défini les formes suivantes :

type A: corps modérément élevé, 4,0 à 4,2 fois dans la longueur standard . 27 à 30 branchiospines sur l'arc inférieur. Caudale avec des marges noires bien marquées.

type B: corps élevé, 5,8 à 6,0 fois dans la longueur standard. 19 à 22 branchiospines sur l'arc inférieur. Marges de la caudale sombres mais moins noires.

Espèces communes surtout en saison froide, dans les baies envasées et à mangroves, mais peu intéressantes en raison de leur grande fragilité.
. Atteignant 18 cm.

Distribution géographique : mal précisée.

°
° °

genre

Spratelloides Bleeker, 1851

espèce

Spratelloides delicatulus (Bennet, 1831)

Fr. petit sprat **An.** blue sprat **J.** minami kibinago

Espèce de petite taille ne dépassant pas 6 à 7 cm, fréquente dans les pêches mais rarement abondante. De capture aisée mais assez fragile, cette espèce est un bon appât.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique y compris Hawaï mais absent en Polynésie Française.

°
° °

espèce

Spratelloides gracilis (Schlegel, 1846)

Fr. petit sprat **An.** silver sprat **J.** kibinago

Espèce atteignant 7 cm et formant parfois des pullulations au voisinage des récifs coralliens. Excellent appât, très apprécié malgré sa fragilité.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique, jusqu'en Polynésie Française à l'exception des îles Marquises. Absent à Hawaï.

°
° °

ordre

ATHERINIFORMES

famille

ATHERINIDAE

genre

Atherinomorus Fowler, 1903

espèce

Atherinomorus lacunosus (Schneider, 1801

synonymes

Pranesus pinguis Lacepède 1803

Atherina lacunosa Schneider, 1801

Fr. prêtre **An.** silverside **J.** togoro iwashi

Espèce atteignant 12 cm, très abondante dans les pêches. Malgré sa grande robustesse, le prêtre est peu apprécié comme appât, en raison de son comportement très mou.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique jusqu'au îles Samoa.

°
° °

genre

Hypoatherina Schultz, 1948

espèce

Hypoatherina ovalaua Herre, 1935

synonyme

Allanetta ovalaua Herre, 1935

Fr. prêtre **An.** silverside **J.** togoro iwashi

Espèce atteignant 8 cm, peu commune. Peu appréciée comme appât.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique jusqu'aux îles Samoa.

°
° °

ordre

PERCIFORMES

famille

LEIOGNATHIDAE

genre

Leiognathus Lacépède, 1803

espèce

Leiognathus bindus (Valenciennes, 1835)

synonyme

Leiognathus virgatus Fowler, 1904

Fr. plat-plat An. ponyfish J. kinkira

Espèce atteignant 11 à 12 cm. Assez abondante, en saison froide surtout, dans les baies envasées. Appât très médiocre.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique à l'ouest des îles Samoa.

°
° °

genre

Gazza Ruppel, 1835

espèce

Gazza minuta (Bloch, 1797)

Fr. crocro An. toothed ponyfish J. kinkira

Atteint 14 cm. Observée assez souvent en saison froide. Appât très médiocre.

Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique à l'ouest des îles Samoa.

°
° °

ordre

PERCIFORMES

famille

CARANGIDAE

genre

Decapterus, Bleeker, 1851

espèce

Decapterus russeli (Rüppel, 1828)

Fr. chinchard

An. scad

J. maruaji

Peut dépasser 30 cm mais les individus de cette taille sont difficilement capturés par les bouki ami. Jusqu'à 10 cm les chinchards sont de bons appâts, mais ensuite ils sont trop agressifs pour être conservés en vivier.

Distribution géographique : indo-pacifique

°
° °

genre

Selar, Bleeker, 1851

espèce

Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793)

Fr. maquereau à gros yeux

An. bigeye scad

J. meaji

Caractéristiques analogues à celles de D. russeli

Distribution géographique : indo-pacifique

°
° °

genre

Scomberoides Lacépède, 1802

espèce

Scomberoides lysan (Forsskal, 1775)

Fr. maquereau chevalier

An. leather skin

J. ike katsuo

Juveniles souvent présents dans les pêches mais non utilisables comme appât en raison d'épines érectiles.

Distribution géographique : indo-pacifique.

°
° °

ordre

PERCIFORMES

famille

SCOMBRIDAE

genre

Rastrelliger Jordan et Dickerson, 1908

espèce

Rastrelliger kanagurta (Cuvier, 1829)

Fr. maquereau An. indian mackerel J. gurukuma

Espèce assez commune et parfois abondante. Les jeunes individus de moins de 8 à 10 cm constituent un bon appât, ensuite ils sont trop agressifs pour être conservés dans les viviers.

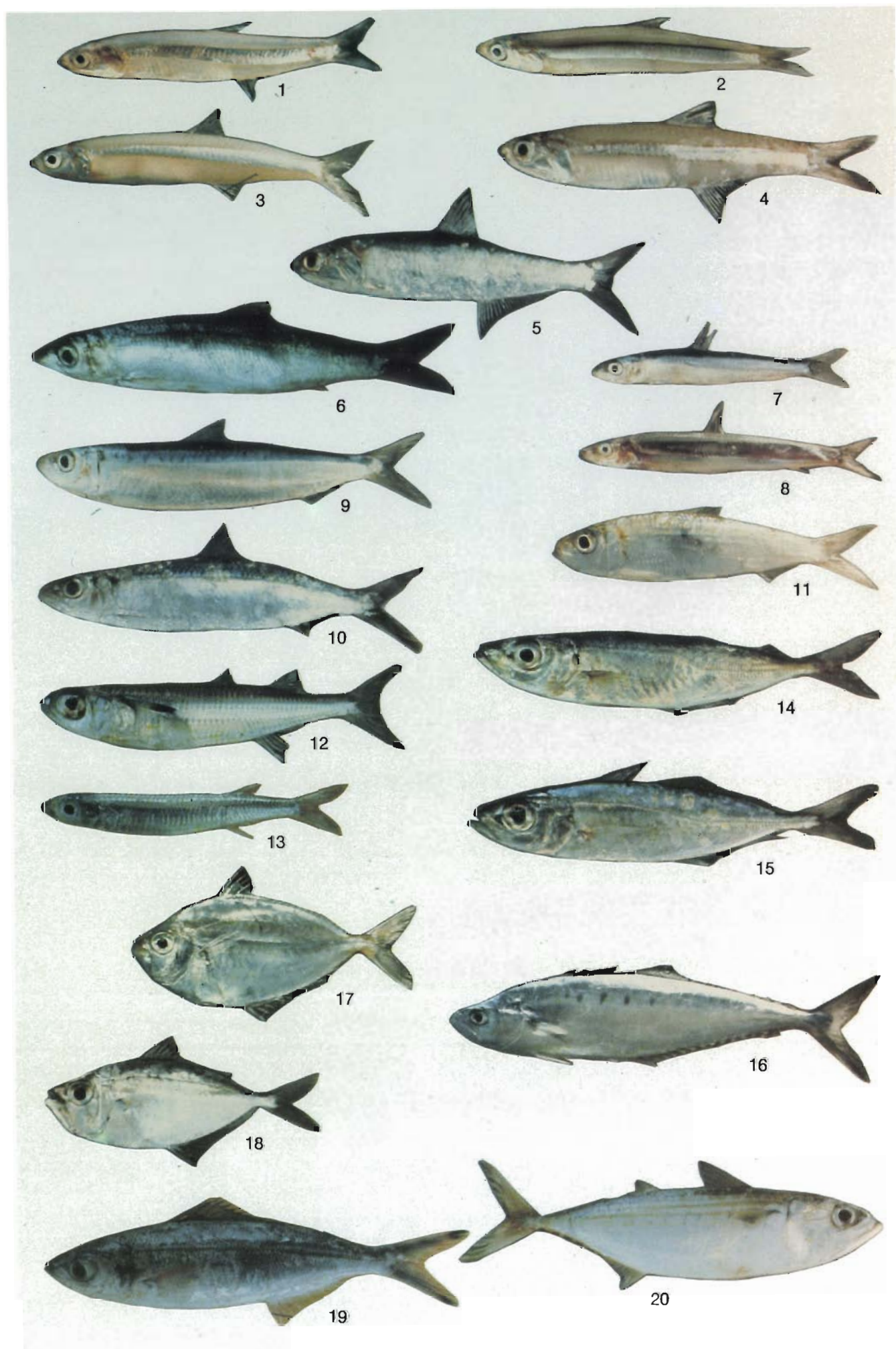
Distribution géographique : océan Indien, océan Pacifique jusqu'aux îles Samoa.

°
° °

En résumé, on retiendra qu'environ 25 espèces de petits pélagiques sont capturées régulièrement dans les pêches, et parmi celles-ci, 6 à 8 d'entre elles peuvent être utilisées comme appât pour la pêche thonière. La position géographique de la Nouvelle-Calédonie, proche de l'Insulinde où l'on observe le maximum de diversité spécifique chez les poissons, est une des raisons de la multiplicité des espèces rencontrées.

Figure 10. Principales espèces de l'appât de Nouvelle-Calédonie.

Anchois :	1 - <i>Stolephorus devisi</i>
	2 - <i>Stolephorus heterolobus</i>
	3 - <i>Stolephorus indicus</i>
	4 - <i>Stolephorus insularis</i>
	5 - <i>Thrissina baelama</i>
Sprats :	6 - <i>Dussumieria</i> sp.
	7 - <i>Spratelloides delicatulus</i>
	8 - <i>Spratelloides gracilis</i>
Sardinelles :	9 - <i>Amblygaster sirm</i>
	10 - <i>Amblygaster clupeioides</i>
Sardines :	11 - <i>Herklotsichthys quadrimaculatus</i>
Prêtres :	12 - <i>Atherinomorus lacunosus</i>
	13 - <i>Hypoatherina ovalaua</i>
Chinchards :	14 - <i>Decapterus russelli</i>
	15 - <i>Selar crumenophthalmus</i>
	16 - <i>Scomberoides tol</i>
Leiognathidés :	17 - <i>Leiognathus bindus</i>
	18 - <i>Gazza minuta</i>
Fusilier :	19 - <i>Caesio tile</i>
Maquereau :	20 - <i>Rastrelliger kanagurta</i>



Chapitre III

LA PECHE DE L'APPAT

- 1 - La pêche thonière
- 1 - Techniques de pêche et conservation de l'appât
- 2 - Prises réalisées en Nouvelle-Calédonie
- 3 - Comparaison avec d'autres observations en Nouvelle-Calédonie
- 4 - Comparaison avec d'autres pays indo-pacifiques
- 5 - Evaluation des stocks de petits pélagiques dans le lagon de Nouvelle-Calédonie

LA PECHE DE L'APPAT

Après avoir rappelé quelles sont les méthodes employées pour la pêche au thon et leur importance relative, les techniques de capture de l'appât thonier dans le Pacifique tropical sont exposées. Les prises réalisées au cours de l'étude sont analysées en fonction des sites et des saisons. Elles sont ensuite comparées à l'exploitation des thoniers canneurs qui ont pêché en Nouvelle-Calédonie et aux autres observations disponibles. La comparaison est ensuite étendue aux autres pays indopacifiques. Enfin une évaluation des stocks est tentée et une discussion est présentée sur leur aptitude à supporter une pêcherie.

3.1. LA PECHE THONIERE

La pêche thonière constitue une activité halieutique de premier plan en raison des quantités capturées et surtout de la forte valeur marchande du produit. Les prises en continuelle augmentation malgré les irrégularités du marché sont passées de 1 733 000 tonnes en 1979 à 2 099 000 tonnes en 1984. Les deux principales espèces capturées sont la bonite (ou listao, Katsuwonus pelamis) 1 050 000 tonnes et l'albacore (Thunnus albacares) 600 000 tonnes. Ces deux espèces vivent dans la zone intertropicale ce qui montre bien que la pêche thonière est surtout une activité des mers chaudes. La répartition des captures donne une nette prépondance au Pacifique Ouest où 56 % des prises sont réalisées. Le Pacifique est, l'Atlantique et l'Océan Indien se répartissant à peu près également le reste des prises. L'augmentation des captures au cours de la dernière décennie a surtout été importante pour le Pacifique ouest (50 %) alors qu'elle n'a été que de 15 % dans le Pacifique est. L'Atlantique et l'Océan Indien ont présenté une situation intermédiaire avec 30 % d'augmentation.

La pêche des thons peut être faite selon des techniques fondamentalement différentes, qui ont donné leur nom aux types de bateaux qui les pratiquent.

Les **palangriers** exploitent les thons de grande taille en profondeur, entre 50 et 250 mètres en général. Les lignes sont très longues de plusieurs kilomètres et les hameçons, très nombreux placés sur des avançons, sont appâtés. Bien que les prises totales soient encore importantes, ce type de pêche est en déclin en raison des faibles rendements et des coûts de l'importante main d'oeuvre nécessaire en maniement de ces lignes.

Les **canneurs** recherchent les thons de surface. Lorsqu'un banc est localisé et approché par le bateau, des petites quantités d'appât vivant, constitué par des poissons d'une dizaine de centimètres, sont jetées continuellement dans le banc afin de tenir le poisson concentré au voisinage du bateau et d'exciter le thon. Cet appât vivant est indispensable à la pêche. Des marins au moyen de cannes et de lignes, terminées par un hameçon sans ardillon et avec un leurre, capturent les thons. Les poissons pêchés pèsent généralement entre 3 et 10 kg. Comme la pêche à la palangre, cette méthode connaît une régression depuis 1980 en raison des coûts importants de main d'oeuvre et des horaires extrêmement durs imposés aux équipages qui doivent souvent pêcher l'appât la nuit et le thon le jour.

Les **senneurs** recherchent aussi les bancs de surface qu'ils encerclent au moyen de grands filets de 1000 à 2000 m de long et 100 à 200 mètre de chute. L'équipage est peu important en comparaison des rendements qui varient en général de 10 à 50 tonnes par calée positive. Malgré les investissements considérables nécessaires à l'armement de tels senneurs, l'expansion de cette technique s'est accélérée depuis 1980. Ce développement de la pêche à la senne a été particulièrement important dans le Pacifique ouest. L'évolution des prises suivant la technique employée a été, dans la zone 71 de la FAO (Pacifique centre-ouest) :

	1980		1984	
	prises (t)	%	prises (t)	%
canneurs	130 000	44	75 000	13
palangriers	120 000	40	78 000	13
senneurs	48 000	16	420 000	73
Total	298 000		573 000	

Au moment où l'étude sur l'appât a été entreprise en Nouvelle-Calédonie, la pêche à la canne connaissait ses records de captures. La situation actuelle est beaucoup moins prospère et il est peu probable que l'on assiste à un redéploiement important des canneurs qui sont pourtant générateurs d'emplois et permettent tout particulièrement une exploitation rationnelle de la ressource. Mais le thon est commercialisé sur le marché international et la notion de rendement prime, favorisant ainsi les senneurs.

3.2. TECHNIQUES DE PECHE ET CONSERVATION DE L'APPAT

Dans le Pacifique tropical, de nombreuses espèces sont utilisées comme appât pour la pêche au thon. Elles sont prises à l'intérieur des lagons, lorsqu'ils existent, ou à proximité des côtes et des récifs. Les essais de capture de l'appât au large par les pêcheurs japonais, n'ont guère été couronnés de succès en raison surtout, du nombre réduit d'espèces de petits pélagiques vivant en plein océan, mais aussi de l'agitation de la mer. Des analyses de contenus stomacaux de thons (ARGUE et al., 1983), faites sur près de 5 000 listao et albacores pêchés à la canne dans le Pacifique tropical Ouest et Centre, ont montré que les estomacs contenaient une très grande variété de proies appartenant à divers groupes zoologiques, mais un nombre minime de petits pélagiques autres que les anchois du large. Ceci confirme la rareté de ces espèces en dehors des lagons ou des zones récifales.

Les techniques de pêches sont différentes si celles-ci sont faites de jour ou de nuit.

3.2.1. LA PECHE DE NUIT

C'est la méthode la plus couramment employée pour capturer de l'appât et nous l'avons utilisée en routine. Elle fait appel à la propriété qu'ont la plupart des poissons pélagiques de se concentrer autour d'une source lumineuse. Cette technique est employée dans de nombreuses pêcheries en particulier pour les Clupeidés et Engraulidés, les maquereaux et chinchards, et les céphalopodes. De très nombreuses études sur la pêche à la lumière ont été réalisées entre 1950 et 1970 et BEN YAMI (1976) en a fait une synthèse.

Le bateau est ancré par petit fond, dans un endroit protégé du vent, de la houle et des courants. Le poisson est concentré à l'aide de lampes de forte puissance de 1 000 ou 2 000 W, soit aériennes, soit immergées entre 5 et 10 m. Les lampes le plus couramment employées sont des lampes à incandescence, traditionnelles, mais elles peuvent être remplacées par des lampes à halogène ou à vapeur de mercure qui, pour une puissance égale, ont une luminosité bien plus grande. Plusieurs lampes peuvent être disposées en différents endroits du bateau et il existe fréquemment une annexe porte feux à une cinquantaine de mètres du navire de pêche. Avant la mise à l'eau du filet, le bateau est orienté en travers du courant en faisant un rappel par l'arrière sur le mouillage. Lorsque l'on juge que le poisson est suffisamment concentré, il est amené doucement par un jeu de lumière, vers le bord du navire où s'effectue la pêche. La réduction de l'éclairement et la remontée du lamparo au voisinage de la surface, permettent de faire monter le banc et de le concentrer dans la zone d'action du filet. La figure 11 illustre ces opérations. Plusieurs types d'engins peuvent être employés.

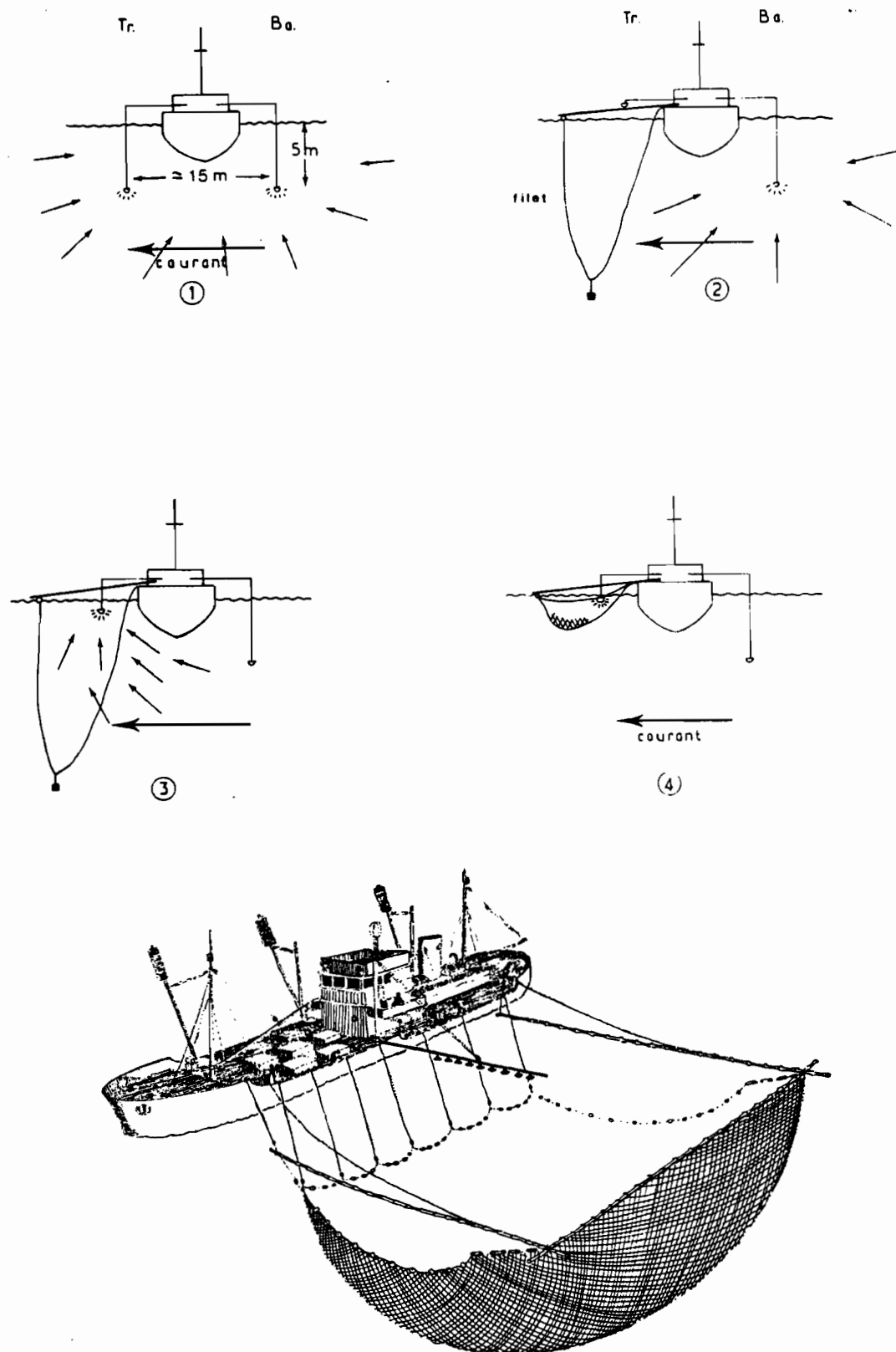


Figure 11. Pêche au lamparo avec un bouki-ami. Schema des differentes phases.

- Les filets verticaux

La figure 12 donne le plan du filet utilisé au cours de notre étude. Ces filets, de tradition japonaise, n'ont pas de nom en français. Ils ont été parfois appelé carrelet vertical, mais cette dénomination est peu satisfaisante et prête à confusion. Nous avons préféré conserver l'appellation japonaise "bouki-ami". (De même, les anglo-saxons emploient parfois "lift-net" mais plus souvent le nom japonais).

Un filet se compose d'une pièce à peu près carrée de 10 à 35 m de côte, à maillage fin (5 x 5 mm environ). La partie supérieure est attachée à des bambous, ou des tubes de P.V.C., qui servent de flotteurs et qui, disposés parallèlement au canneur, sont ensuite écartés d'une dizaine de mètres du bord du navire au moyen d'autres bambous. Sa partie inférieure, plombée, descend verticalement. La remontée du filet se fait au treuil pour les deux funes situées aux extrémités de la ralingue plombée et à la main pour les filins attachés à intervalles réguliers sur cette même ralingue. Dès que la partie inférieure est à bord, la partie supérieure est rapprochée du navire à l'aide des bambous transversaux, de façon à former une poche où le poisson est gardé avant d'être transféré dans les viviers. Une description très détaillée de ce type de filet et de sa mise en oeuvre est donnée par HALLIER et al. (1984).

- Les sennes

Les petites sennes coulissantes, du type bolinche, employées par les pêcheurs basques ou bretons dans l'Atlantique, ne sont guère utilisées dans le Pacifique ouest fréquenté surtout par les Japonais. L'avantage de ce filet est de capturer les espèces qui se tiennent à distance de la source lumineuse et de pouvoir être employé si les conditions météorologiques sont moins favorables. Une senne a été confectionnée, pour notre étude, dont les caractéristiques étaient adaptées à la pêche de très petits poissons, sur des petits fonds ; son plan est donné à la figure 13. Les résultats obtenus au cours de quelques pêches expérimentales, ont été excellents. Par contre la récupération du poisson pour son transfert est plus délicate et la survie moins bonne que lorsque la pêche est faite au bouki-ami.

- Les carrelets

Ils sont faciles à mettre en oeuvre, mais les résultats des essais faits en Nouvelle-Calédonie en 1973 ont été assez médiocres (MUYARD, 1980).

3.2.2. LA PECHE DE JOUR

Capter de jour l'appât, c'est a priori, prendre sur le temps de la pêche au thon. Cependant, dans certains cas, ceci est nécessaire quand la pêche de nuit n'a rien donné, ou encore, si une équipe différente de celle du thonier, est spécialisée dans la pêche de l'appât.

Filet 19,50m (mailles étirées) x 18 m

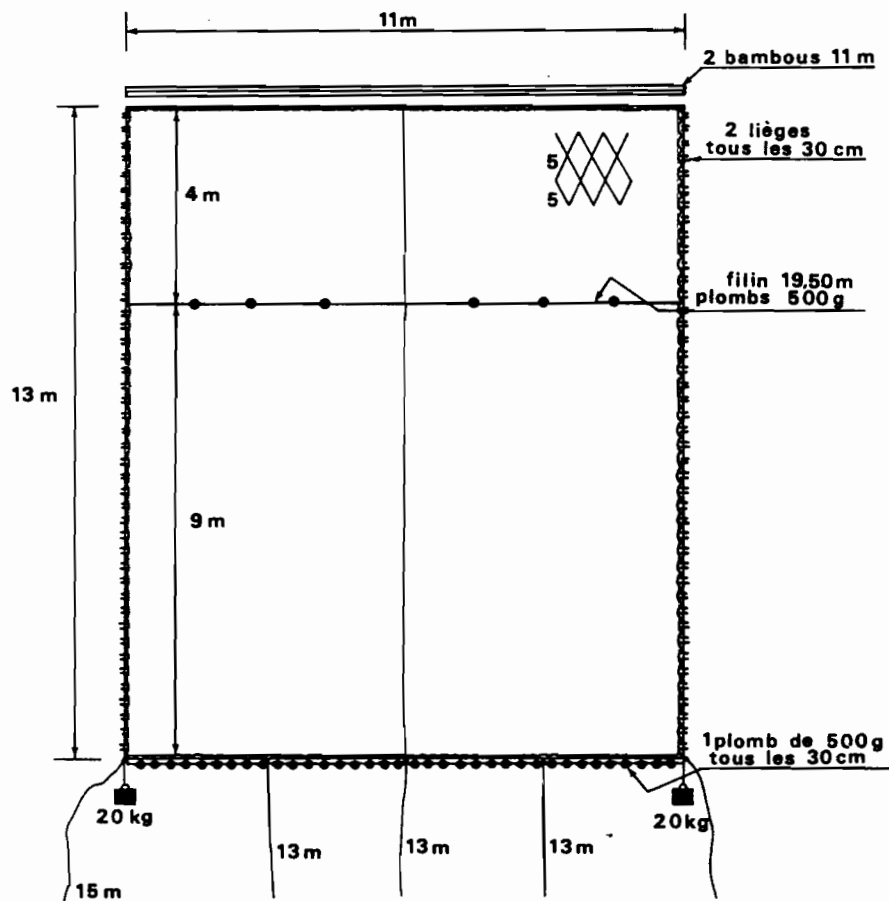


Figure 12. Plan du bouki-ami.

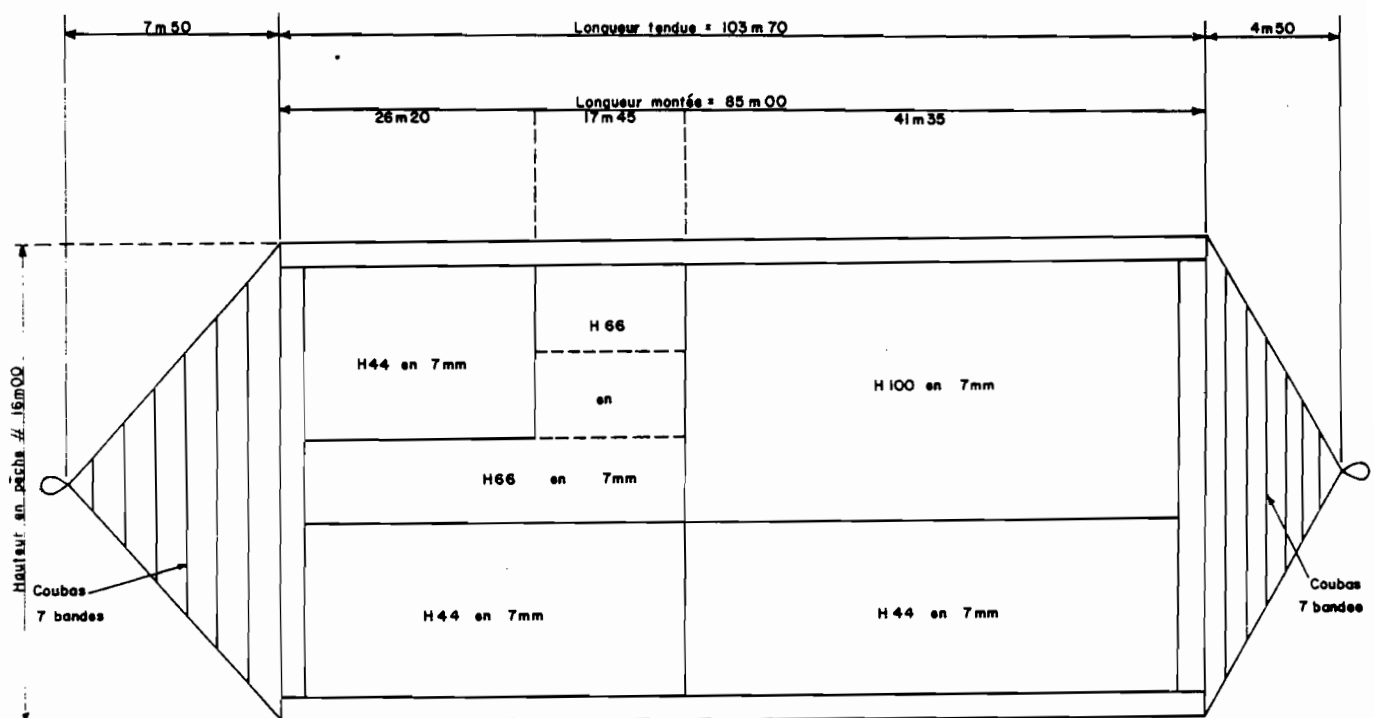


Figure 13. Plan de la bolinche.

Dans les lagons de Nouvelle-Calédonie, les bancs de poissons pélagiques, s'observent assez rarement en dehors des zones littorales et des platiers, ou alors, ces bancs sont très petits et instables. La pêche à la volée semble donc peu intéressante.

- La senne de plage

Le littoral est le plus souvent bordé de fonds coralliens ou, s'il est envasé, de mangroves, or ces deux milieux sont impropres à la mise en oeuvre d'une senne. On trouve cependant quelques embouchures de rivières avec un cordon sableux, sur lequel il est possible d'employer une senne de plage. Encore faut-il que des nageurs, munis de masques, suivent la ralingue inférieure et la décrochent quand elle se prend dans les coraux. Les essais que nous avons réalisés, ont été peu concluants. Comme pour le bouki-ami, une description détaillée d'une senne de plage et de son emploi sont donnés par HALLIER et al. (1984).

- Autres types de filet

Les filets barrages, les filets dérivants et les senes à poche peuvent être utilisés, mais les résultats sont rarement intéressants.

3.2.3. LE CHOIX DU SITE

Pour les pêches de nuit, le choix du lieu dépend non seulement de l'abondance présumée des poissons appâts, mais encore de contraintes matérielles liées à la pêche.

Les espèces de l'appât sont pour la plupart très côtières, et les meilleurs pêches se font souvent à proximité de zones peu profondes. Les platiers et les récifs coralliens, dans les zones à fonds durs, et les mangroves et les vasières sur les fonds meubles, jouent un rôle important en servant de refuge aux jeunes comme aux adultes. Ces petits fonds sont aussi probablement des zones privilégiées pour l'alimentation de ces espèces.

La profondeur au lieu de pêche est un élément important de son choix. Des essais sur de très petits fonds, de 5 à 6 m, ont donné, sans que l'on en comprenne les causes, des résultats très médiocres et très peu de poissons ont été attirés par la lumière. Les meilleures prises ont été réalisées lorsque la profondeur est supérieure à une douzaine de mètres et voisine de la hauteur du filet. A des emplacements plus profonds, la remontée du poisson dans la zone d'action du filet, peut parfois être difficile.

L'ancrage du navire nécessite d'abord une prospection des fonds pour vérifier qu'il n'y a pas un obstacle rocheux ou un massif de corail dans l'aire d'évitement du bateau, qui serait susceptible d'accrocher le filet au moment de la pêche.

Le mouillage est réalisé, soit avec deux ancres, soit avec une fune de rappel en poupe, de manière à mettre le bateau en travers du courant et écarter le filet du navire.

Les courants gênent non seulement la manoeuvre du filet, mais surtout ils perturbent la concentration du poisson autour du lamparo. Particulièrement importants au moment des vives eaux, ils rendent parfois la pêche impossible au voisinage des îlots et dans certains estuaires, qui seraient par ailleurs des sites intéressants. On cherche à réduire leur effet, en relevant le filet au moment de l'étale.

Le vent et le clapot sont des facteurs qui peuvent provoquer une gêne lorsqu'ils ont une direction différente de celle du courant, empêchant le bateau de s'orienter correctement. Ils rendent surtout difficile et compromettent le chargement de l'appât dans les viviers.

3.2.4. UTILISATION DES SONDEURS

L'emploi des sondeurs permet d'améliorer les rendements. Une prospection acoustique de la baie où sont prévues les pêches peut être réalisée le soir. Le bateau vient alors se mouiller et mettre son lamparo dans une zone favorable. On peut même imaginer dans le cas d'une pêcherie de quelque importance, qu'une vedette prospecte en début de nuit et place des petites annexes avec générateur électrique et lamparo dans les zones d'abondance du poisson. Le bateau de pêche vient ensuite en deuxième partie de nuit pour réaliser les coups de filet.

Au moment de la pêche avec un bouki-ami, on emploie un petit sondeur portatif, dont le transducteur est placé au bout d'une perche et mis dans la zone d'action du filet. Il permet de suivre la remontée du poisson et d'optimiser la réduction d'éclairement et la remontée du lamparo, ainsi que de choisir l'instant où le filet sera levé. La figure 14 montre des exemples d'enregistrements effectués lors des pêches, avec un sondeur Furono FE 400.

3.2.5. CONSERVATION DE L'APPAT

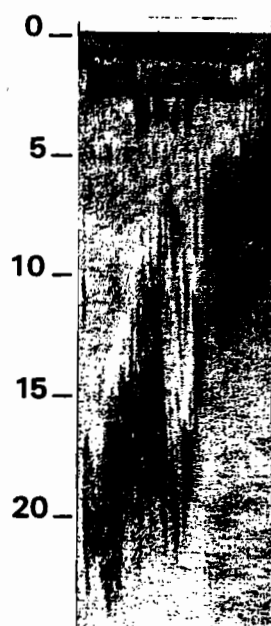
Une fois pris, l'appât est transféré dans les viviers du canneur, ou dans des cages flottantes si la pêcherie d'appât est dissociée. Cette opération doit être faite avec une très grande délicatesse. On utilise des seaux et non des haveneaux ; l'agitation de la mer peut jouer un rôle important dans la mortalité de l'appât, notamment chez les espèces les plus fragiles.

- Tenue en vivier

Dans le Pacifique tropical comme dans toutes les régions où les eaux sont chaudes, la plupart des espèces d'appât

Pêche 06 A2 Baie Lebris

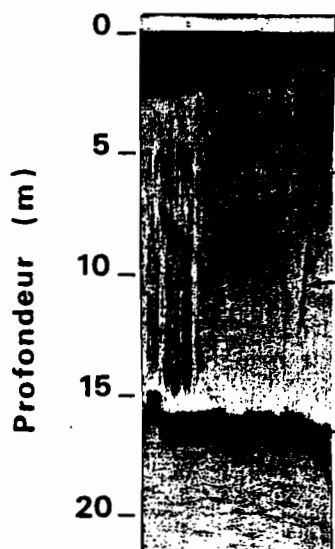
**Prise 250 kg : Anchois 89%
Sardine 10%**



Montée et concentration du banc
d'anchois à la remontée et à la
diminution d'intensité du lamparo.

Pêche 11 A2 Baie de Tanlé

**Prise 95 kg : Sardinelle 45%
Sardine 36%**



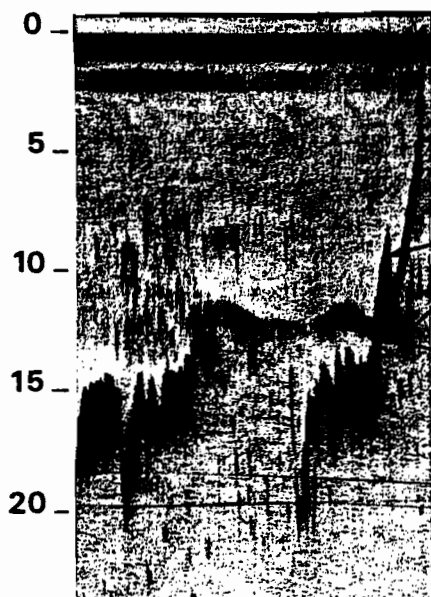
Montée des sardines et sardinelles
(banc moins compact que les anchois).

Ralingue de plomb pendant la remontée
du filet.

Fond.

Pêche 17 A2 Baie Laugier

**Prise 2 kg : Prêtre 79%
Anchois 20%
Pêche à contre courant.**



Ralingue au cours
de la remontée du filet.

Remontée puis échappement
du banc (anchois très
probablement).

Ralingue avant la remontée
du filet.

Figure 14. Exemples d'enregistrements caractéristiques effectués avec le sondeur Furono FE 400.

sont fragiles et leur survie en vivier à circulation d'eau de mer est courte, souvent inférieure à la semaine voire à la journée. La température de la mer joue aussi un rôle non négligeable et souvent des eaux trop chaudes sont cause de mortalité accrue. Il existe, de plus, une tenue de l'appât propre à chaque bateau et une même espèce peut avoir une mortalité très différente selon le vivier, dépendant du débit des pompes, des turbulences et des vibrations.

- Tenue en cage

Lorsque la pêcherie d'appât est dissociée des canneurs, l'appât capturé est conservé dans des cages ou viviers flottants. Ceux-ci ont en général une surface de 20 à 50 m² et une hauteur de 2 à 6 m. Ils sont cylindriques dans leur partie supérieure, puis conique avec une petite ouverture vers le bas pour permettre aux poissons morts de glisser et de s'évacuer librement. Le filet ancré sur le fond est maintenu en surface par un cadre rigide et des flotteurs. Il est doublé par un filet à grosse maille ou en grillage qui le protège des requins et autres prédateurs. Les cages doivent être nettoyées et contrôlées quotidiennement, et le poisson être nourri. L'appât qui a séjourné dans de telles cages est en général robuste et acclimaté à la vie confinée.

3.2.6. QUALITE DES ESPECES COMME APPAT THONIER

Plusieurs facteurs entrent en jeu pour déterminer la qualité de l'appât ; ils ont été présentés par YUEN, 1959, 1969, et STRASBURG, 1961.

Taille et aspect. Les appâts employés dans le Pacifique tropical sont petits, de 3 à 15 cm (L.T.), le plus souvent 5 à 8 cm. Un appât composé de poissons de petite taille a l'avantage, à poids égal, d'être constitué d'un plus grand nombre d'individus et d'exciter davantage le thon. Il faut cependant que l'appât ne soit pas trop petit pour survivre en vivier et être bien vu par le thon. Un autre facteur est la taille du poisson pêché. Pour les bonites, de taille modeste (40 à 60 cm), on préférera un petit appât, alors que pour les thons jaunes souvent de grande taille, un appât plus grand sera mieux adapté. L'aspect des espèces employées comme appât, en particulier la teinte, semble être un facteur important.

Comportement. Le caractère pélagique d'une espèce est dû à sa réaction positive vis-à-vis de la lumière, qui le conduit à s'écarter du fond. Ce comportement est utilisé à deux niveaux chez les poissons employés comme appât thonier. Lors de leur capture qui se fait en les attirant avec un lamparo et pendant la pêche, où il est essentiel que l'appât vivant jeté aux thons reste en surface. Le caractère grégaire des espèces pélagiques les entraîne aussi à rester groupés en surface et rechercher la protection du canneur en restant à proximité, afin de retenir le thon près du bateau. Il est souhaitable que l'appât soit vif, nage rapidement et saute hors de l'eau.

Survie. La survie de l'appât qui dépend de multiples facteurs est un point bien sûr essentiel. Elle dépend surtout, des espèces, des conditions de pêche et de mise en vivier, de la qualité des viviers et de la température de l'eau.

Le tableau 1 résume les qualités des principaux appâts rencontrés en Nouvelle-Calédonie. En fonction des divers éléments on a été conduit, pour comparer les captures et les rendements, à classer les espèces en deux catégories.

Bon appât

S. heterolobus, S. devisi, S. punctifer, T. belama, S. delicatulus, S. gracilis, H. quadrimaculatus, A. sirm et A. clupeoides de poids inférieur à 30 g ; S. crumenophthalmus, D. russelli et R. kanagurta de poids inférieur à 10 g.

Appât médiocre et espèces ne pouvant servir d'appât

S. insularis, S. indicus, Dussumieria spp ; A. sirm, A. clupeoides de poids supérieur à 30 g ; Athérinidés ; Leiognathidés ; S. lysan ; S. crumenophthalmus, D. russeli et R. kanagurta de poids supérieur à 10 g.

Tableau 1. Qualité des espèces comme appât thonier.

Espèces	Réaction à la lumière	Robustesse à la pêche	en viv.	L(cm) indiv. capturés	L(cm) pour la pêche	Attrait pour le thon
Anchois-bleu -doré	++	++	++	4 à 10	5 à 10	+++
Sardine	++	++	++	3 à 16	5 à 12	++
Sardinelle	++	++	++	3 à 25	5 à 12	++
Sprats(petit)	+++	+	+	3 à 8	4 à 8	+++
Prêtres	+++	+++	+++	3 à 14	4 à 10	+
Chinchards Maquereaux	++	++	++	5 à 26	5 à 9	++
Cardinaux Fusiliers	+	++	+++	4 à 10	4 à 8	+++
Leiognathidés	++	++	++	3 à 12	3 à 6	+

3.3. PRISES REALISEES AU COURS DE L'ETUDE

3.3.1. METHODES D'ETUDE

De mars 1980 à août 1983, au total, 281 nuits de pêche ont été réalisées avec le N.O. VAUBAN ayant permis de faire 544 pêches au bouki-ami. Celles-ci ont été effectuées de nuit au cours de 19 campagnes de deux semaines autour de la Nouvelle-Calédonie. Les dates des campagnes étaient choisies de telle façon que leur milieu coïncide avec la nouvelle lune et que les opérations de pêche soient effectuées en période obscure, ou avec une clarté lunaire minimale. A partir de juillet 1981, une station proche de Nouméa a été suivie mensuellement afin de resserer les observations biologiques sur les principales espèces. Les dates des campagnes sont présentées dans l'annexe I, et le détail des informations sur chaque pêche est donné dans les quatre rapports (Anon. 1981, Anon. 1982a, Anon. 1982b, Anon. 1983a) élaborés au Centre ORSTOM de Nouméa dans le cadre d'une convention avec le Territoire de la Nouvelle-Calédonie.

Au cours de notre étude, deux pêches sont réalisées chaque nuit : l'une à 23 heures, l'autre peu avant le lever du jour. Cet horaire peut cependant être parfois modifié en fonction des courants de marée, de la clarté de la lune, de l'état de la mer et des conditions météorologiques. Les lamparos sont allumés avant la tombée de la nuit, et l'on dispose d'une période continue d'éclairage de 4 à 5 heures avant chaque pêche.

Une fois capturée, soit la totalité de la pêche, soit une partie aliquote, de l'ordre d'un tiers ou d'un quart lorsque la prise est importante, est pesée au kilogramme près, avec un peson dynamométrique. Un échantillon de quelques kilogrammes (2 à 10 selon la taille moyenne des poissons) est conservé pour étudier la composition spécifique, les tailles des individus et faire des analyses biologiques.

Une pêche n'est bien sûr, qu'un échantillonnage imparfait de la population de petits pélagiques présents dans la zone de prospection. D'abord l'attraction à la lumière peut être variable selon les espèces et les conditions physiologiques des individus. D'autre part, la manoeuvre du filet est soumise à de nombreux aléas et il est fréquent qu'un groupe de poissons, (souvent d'une même espèce parce que de même comportement) ne soit pas pris par l'engin de pêche, soit parcequ'il s'échappe au moment de la fermeture du filet, soit qu'il ne remonte pas assez et reste au-dessous du filet. Il arrive également que des poissons concentrés par la lumière pendant quelques temps, disparaissent ensuite chassés par des prédateurs.

3.3.2. LES SITES EN NOUVELLE-CALEDONIE

Près de cent sites différents ont été visités au cours de l'étude, dont plus de quatre vingts autour de la Grande Terre. Ils sont indiqués sur les figures 15a et 15b. On peut distinguer plusieurs catégories de sites en fonction de la région et de la topographie.

- **Les baies, envasées de la côte Ouest et du Nord :** Boulari, Dumbéa, Saint Vincent, La Foa, Poya, Népoui, Chasseloup, Gomen, Tanlé, Banaré, Harcourt. Elles offrent des mouillages bien protégés des vents dominants de sud-est et, souvent aussi, des vents de nord-ouest. Les fonds sont généralement faibles, entre 10 et 20 m, et vaseux. Les captures ont souvent été excellentes pendant la saison d'abondance de l'appât avec des grandes quantités d'anchois et de sardines. Pendant la période défavorable, les prises y ont été moins faibles qu'ailleurs, quoique constituées d'espèces de mauvaise qualité. La présence de vastes mangroves au fond de la plupart de ces baies, ainsi que de grands platiers plus ou moins envasés, constituent des abris qui peuvent expliquer en partie leur richesse et jouer aussi un rôle important de nourrisseries.

- **Les baies de la côte Est et du Sud :** Kouaoua, Laugier, Canala, Nakety, Port Bouquet, Port Boisé, Prony, Iré, Ouié. Ce sont le plus souvent des rias accores et bien abritées. A l'exception de la baie de Canala, il n'y a pas de mangroves. La profondeur est comprise entre 20 et 40 m. Les pêches réalisées avec le VAUBAN ont le plus souvent été moyennes. Ceci peut, en partie, être dû aux filets utilisés, peu adaptés pour pêcher sur des sites aussi profonds. C'est plus probablement lié à l'absence de mangroves et de zones peu profondes. D'ailleurs, en baie de Canala, on a réalisé de très grosses captures d'anchois doré qui est une espèce liée à la mangrove.

- **Les zones accores de la côte Est :** Tao, Hienghène, Touho, Ougoué, Poru, Lavaissière, Thio, Kouakoué, Quinné. Ces sites sur fonds de 15 à 30 m sont généralement peu abrités des vents et des courants. Les pêches réalisées en ces lieux ont été le plus souvent médiocres.

- **Les zones sous influences océaniques :** Ce sont tous les sites que l'on peut trouver au voisinage d'ilôts rocheux, de cayes ou de récifs. L'intérieur du lagon d'Ouvea peut être classé dans ce groupe. Ils sont en général mal abrités des vents et fortement soumis aux courants de marée. Les prises ont été très irrégulières à ces endroits, le plus souvent très faibles, mais quelques fois fortes. Les petits sprats, les sardinelles et les fusiliers se rencontrent plus particulièrement dans ces habitats.

- **Les zones océaniques :** Les pêches réalisées à Lifou et Maré ont été faites à l'extérieur des récifs. Des sites abrités ont pu être trouvés, mais la concentration de poisson a été très réduite et les prises ont été faibles.

3.3.3. QUANTITES CAPTURES

Les prises par coup de filet s'échelonnent entre la pêche nulle et 1 840 kg, maximum qui a été réalisé au voisinage de La Foa en juin 1983. Dans 54 % des cas, la quantité capturée était inférieure à 50 kg mais ces valeurs n'ont pas une très

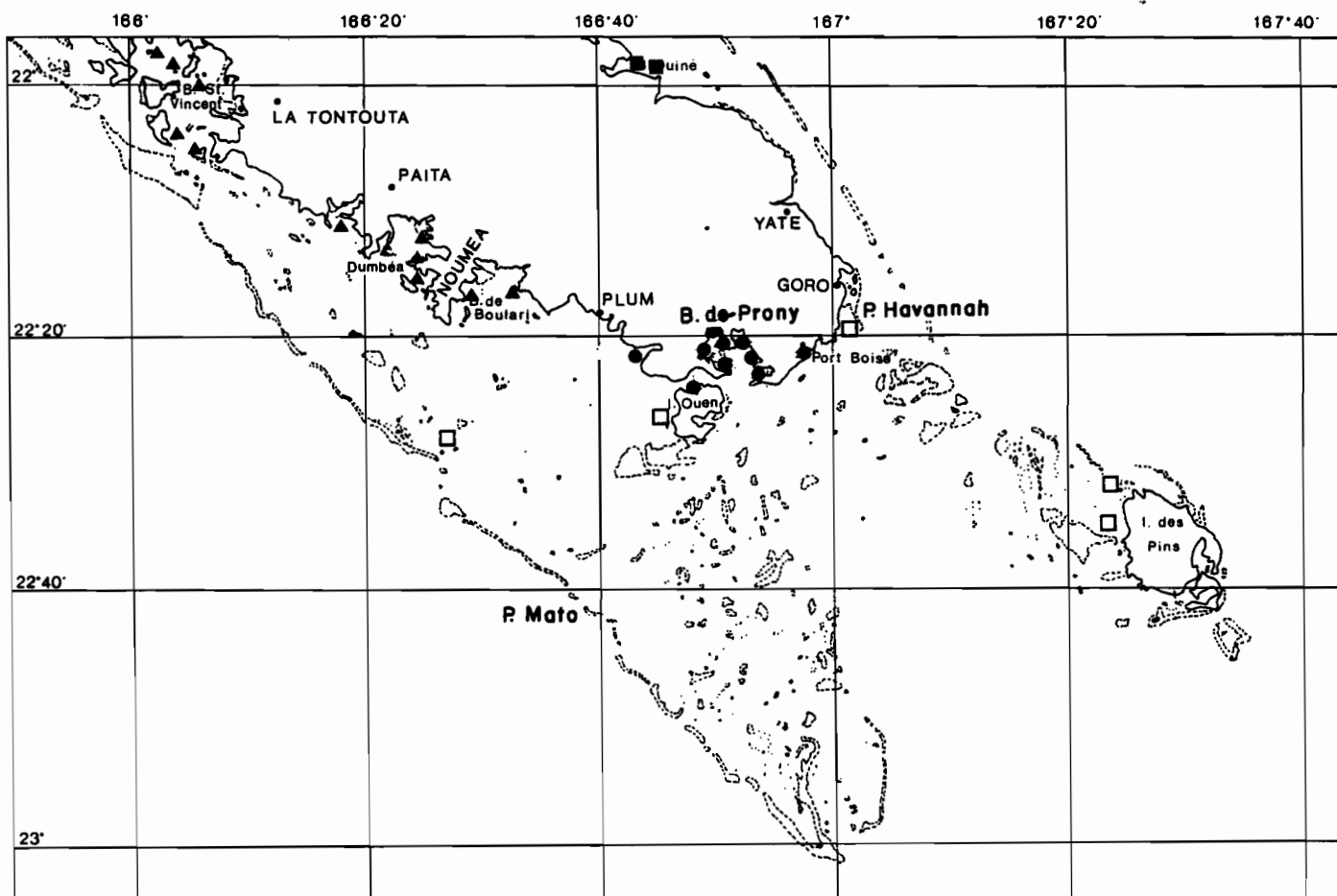
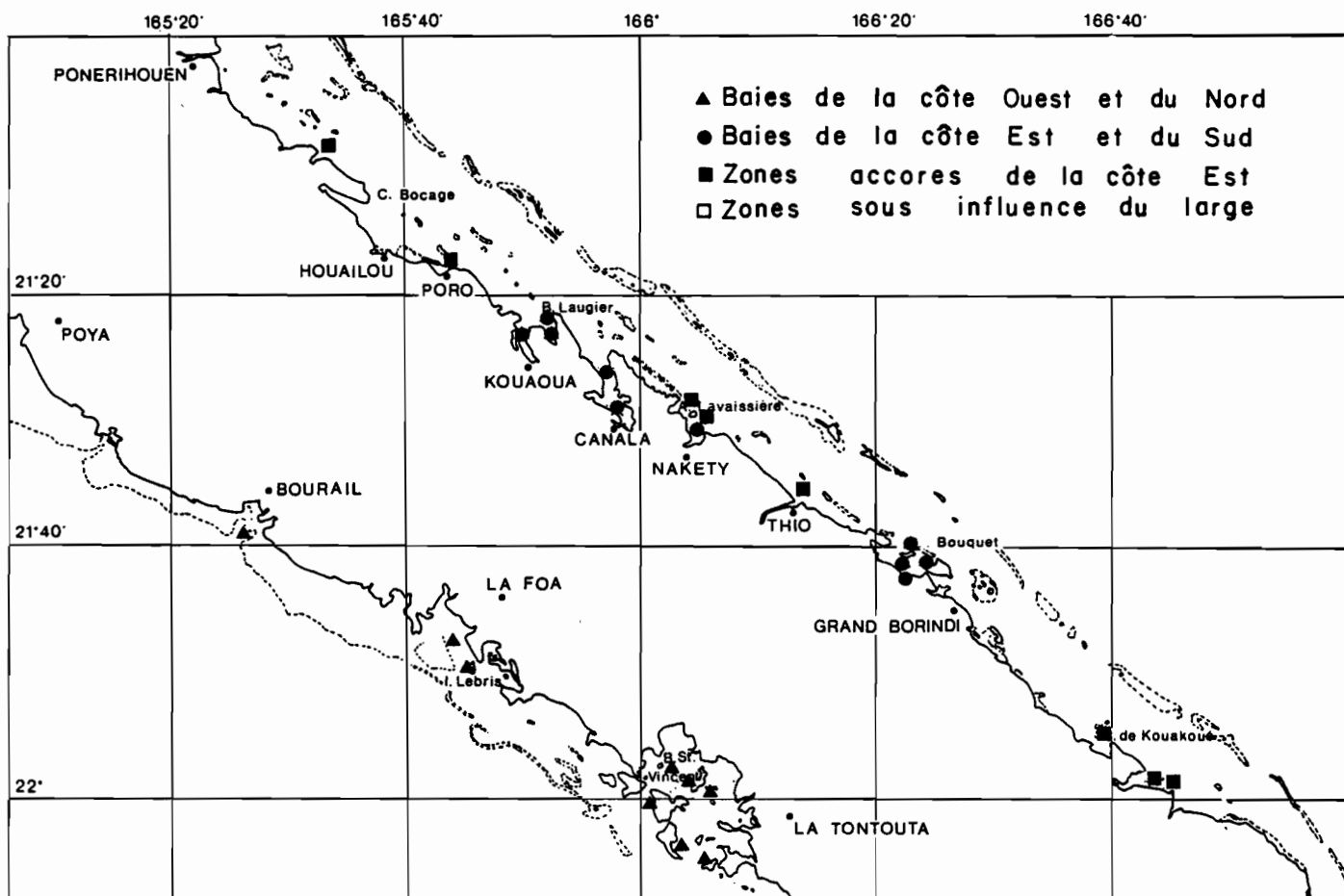


Figure 15a. Sites où ont été réalisées des pêches.

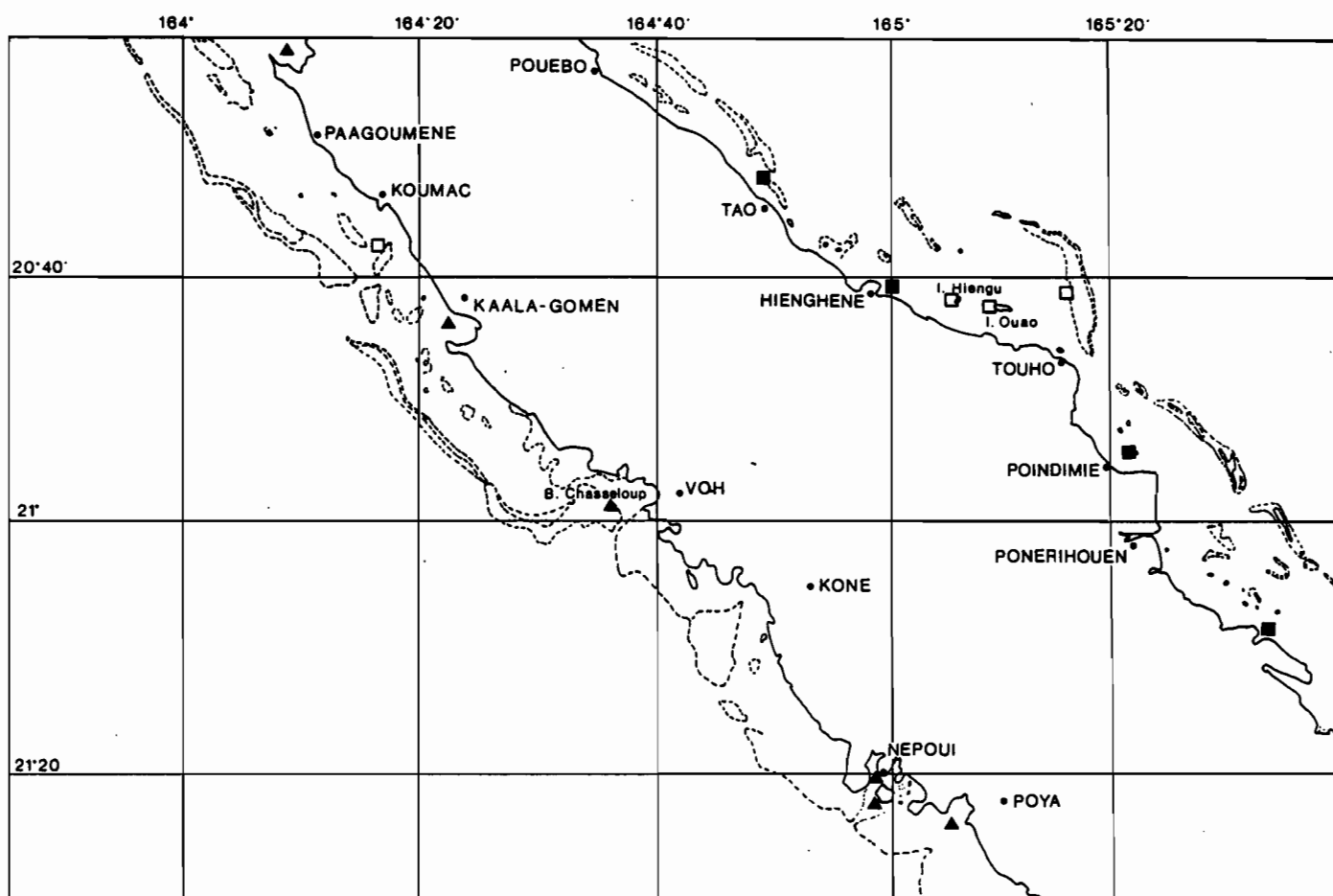
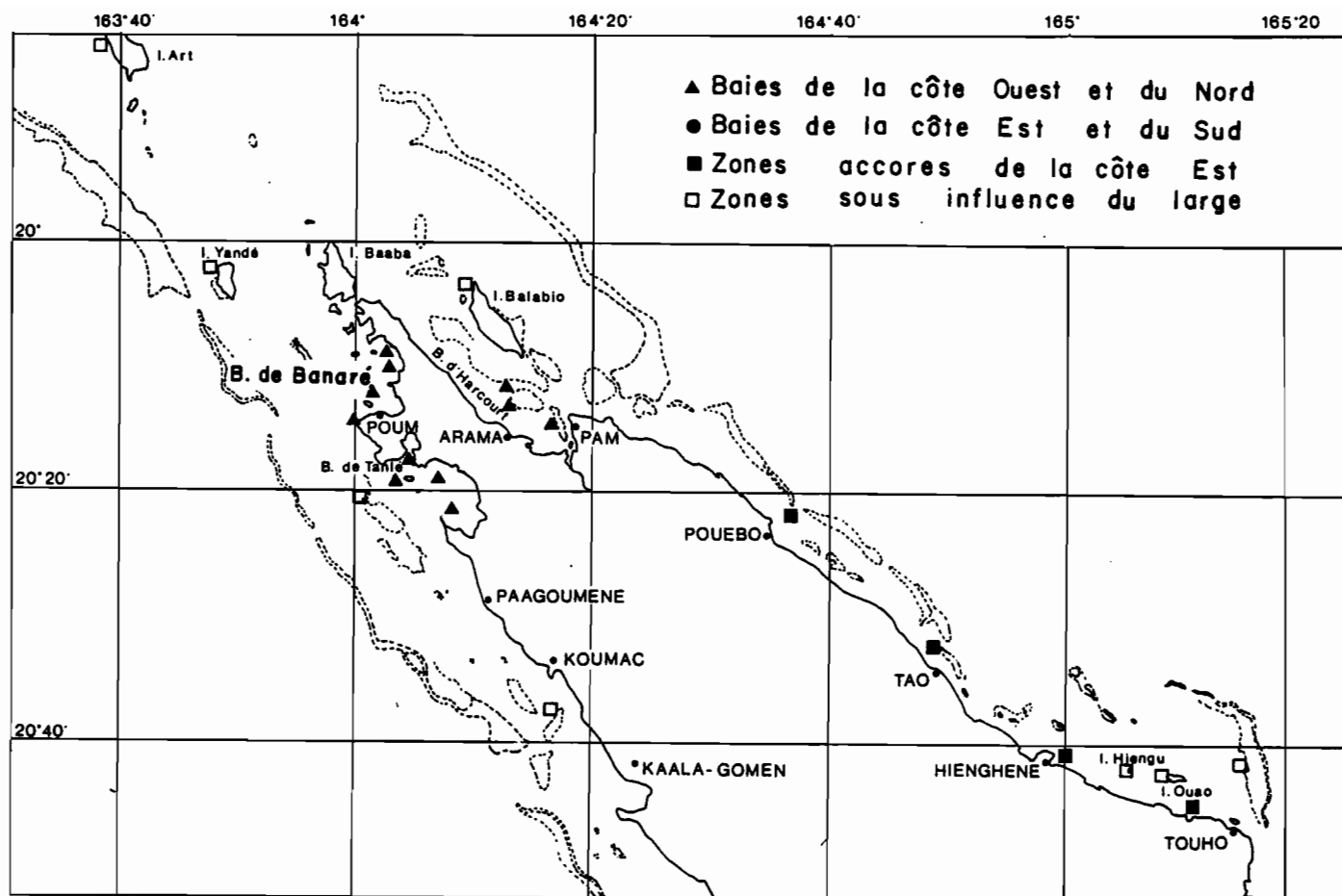


Figure 15b. Sites où ont été réalisées des pêches.

grande signification en raison du caractère expérimental des pêches. De nombreux sites étaient prospectés en ayant dès le départ une présomption de mauvais rendement et d'autre part, les deux pêches étaient faites dans la nuit à heures fixes quelles que soient les conditions des courants de marée et l'évolution de la concentration de poisson. Les rendements par nuit de pêche permettent plus facilement d'établir des comparaisons entre les lieux et les saisons. Ils correspondent presque toujours à deux pêches et varient entre 0 et 2 084 kg.

Les quantités capturées dans les baies envasées à mangroves sont généralement plus élevées que dans les autres types de sites, ce qui peut être dû, d'une part à la richesse en petits pélagiques, mais aussi aux meilleures performances de notre filet sur des petits fonds, que dans les baies profondes du sud-est de la Grande Terre ou au voisinage d'îlots, là où les courants sont forts. Le rapport de synthèse sur l'étude des ressources en appât vivant de Nouvelle-Calédonie (CONAND, 1984) présente les variations des prises et de leur composition aux stations de Dumbéa, Saint Vincent, Népoui, Harcourt et Prony. Nous donnerons ici, à titre d'exemple, les observations faites en baie de Saint Vincent (fig. 16). La variation saisonnière du rendement est nette et a pu être observée chaque année au cours de l'étude. La variation de la composition par contre, ne met pas en évidence un phénomène clair.

On a comparé les rendements des pêches pour une douzaine de stations visitées le plus fréquemment, en distinguant le rendement total et celui en bons appâts (tableau 2). Les résultats obtenus sont à considérer avec précaution puisque l'effort n'a pas été réparti d'une façon parfaitement égale à toutes les saisons. Ils sont cependant suffisants pour indiquer les sites où l'on a les meilleures probabilités de faire des bonnes pêches. A partir de ces observations, la suite des analyses sera restreinte à sept sites plus particulièrement favorables à la pêche de l'appât : Dumbéa, Saint Vincent, La Foa, Népoui, Harcourt, Canala et Prony.

Tableau 2 . Rendement (prise/nombre de pêche) observé à douze stations de pêche de l'appât vivant.

Stations	Nombre de pêches	Toutes espèces (kg)	Catégories 1+2 (kg)
Dumbéa	28	116	81
Saint-Vincent	38	107	84
La Foa	18	169	142
Népoui	27	165	115
Chasseloup	29	119	52
Banaré	30	99	60
Harcourt	31	163	127
Touho	20	23	16
Kouaoua	30	57	46
Canala	14	131	114
Port Bouquet	30	30	14
Prony	31	109	60

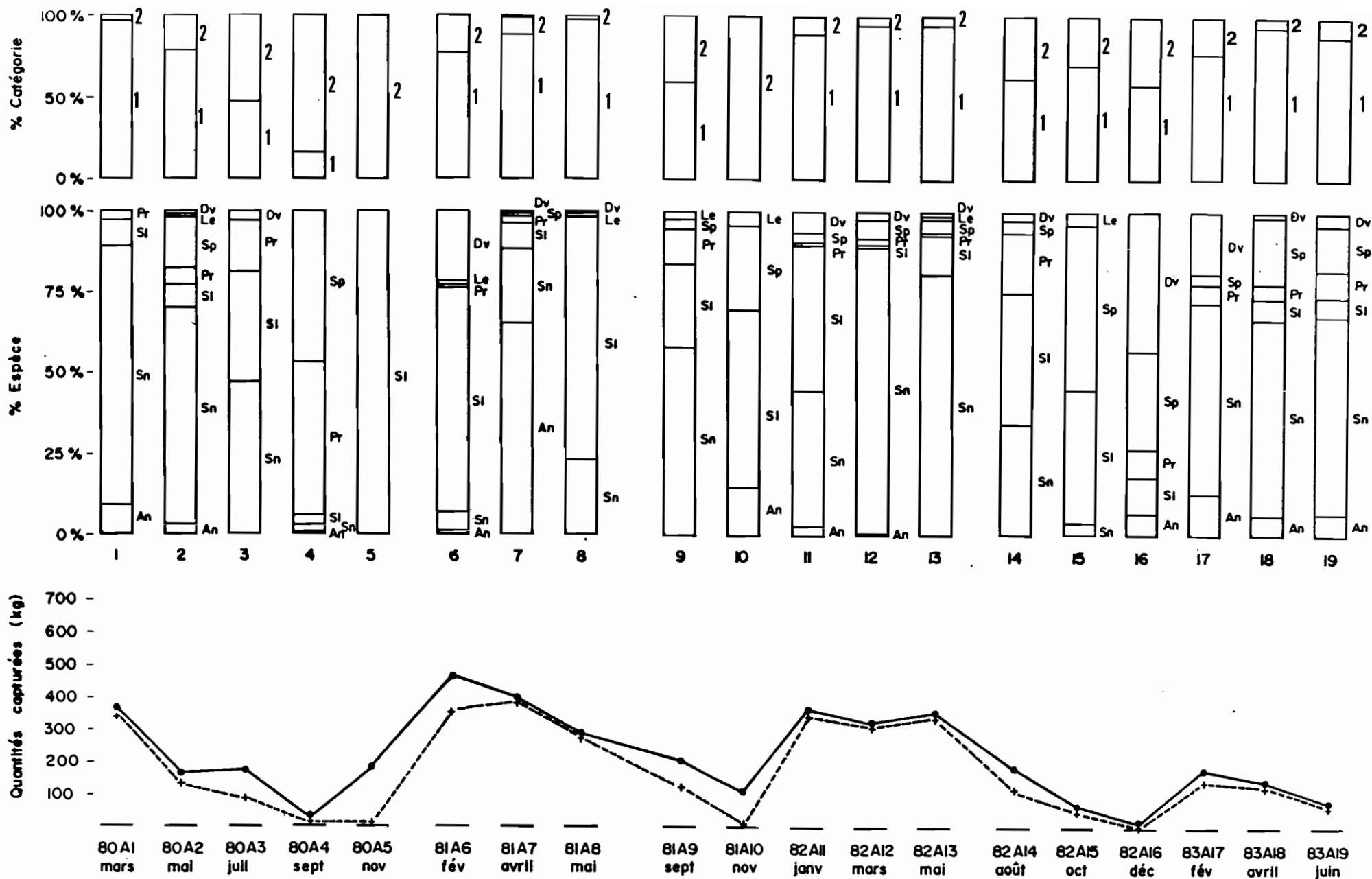


Fig. 16. Variation des prises et de leur composition. Baie de Saint Vincent. (An : anchois, Sn : sardines, Sl : sardinelles, Pr : prêtres, Sp : sprats, Le : leiognathidés, Dv : divers, 1 : bon appât, 2 : appât médiocre ou non appât, traits pleins : prise totale, tiretés : prise de bons appâts).

La variation dans le temps du rendement calculé à partir de ces sites (tableau 3, figure 17) présente une saisonnalité marquée. Entre décembre et juillet, les conditions sont excellentes, tout particulièrement en mars-avril à la fin de la saison chaude. La moyenne du VAUBAN sur 138 pêches réalisées entre décembre et juillet dans les sept sites précédemment définis est de 159 kg par coup de filet, dont 121 kg de bon appât (76%). Par contre, entre août et novembre, les conditions sont très médiocres et le rendement moyen calculé à partir de 52 pêches du VAUBAN tombe à 46 kg avec seulement 13 kg de bon appât (28%).

Tableau 3 . Rendement (prise/pêche) par campagne, calculé à partir de 7 sites favorables à la pêche de l'appât (Dumbéa, Saint Vincent, La Foa, Népoui, Harcourt, Canala, Prony).

Campagne mois/année	Nombre de pêche	Toutes es- pèces (kg)	Bon appât	% Bon appât total
A 1 03/80	5	133	115	86
A 2 05/80	11	144	82	57
A 3 07/80	9	119	87	73
A 4 09/80	8	56	18	32
A 5 11/80	8	34	0,4	1
A 6 02/81	9	95	65	67
A 7 04/81	8	263	233	89
A 8 06/81	10	185	137	74
A 9 09/81	8	83	25	31
A 10 11/81	8	60	1,5	3
A 11 01/82	10	161	143	89
A 12 03/82	12	253	188	74
A 13 05/82	12	115	98	85
A 14 08/82	8	57	15	26
A 15 10/82	12	31	16	51
A 16 12/82	12	86	78	91
A 17 02/83	10	79	64	81
A 18 04/83	14	106	87	32
A 19 06/83	16	277	249	90
Moyenne		129	97	75

En "mauvaise saison", la médiocrité des rendements comme de la qualité de l'appât, pourrait constituer un important facteur limitant pour la pêche thonière à la canne. Il convient cependant de noter que les calculs de rendement qui viennent d'être présentés ont été faits sur la moyenne de sept sites qui présentent tous la caractéristique d'être dans des baies de la Grande Terre. Il est probable que de bonnes prises

pourraient être faites entre août et novembre, en recherchant au voisinage du grand récif les petits sprats et les Apogonidés, mais les opérations de pêche dans ces sites mal abrités sont certes, beaucoup plus difficiles. C'est ce qui s'observe à Fidji depuis 1983 (LEWIS, comm. pers.), où l'exploitation des Apogonidés et des Caesionidés, s'est fortement développée, dans les zones coralliennes pendant la saison où les rendements sont faibles dans les baies.

Les causes de la variation des pêches peuvent être dues à plusieurs facteurs :

- variation de la biomasse, en relation avec le cycle de vie des espèces ;
- diminution de la disponibilité des espèces ;
- réduction de la vulnérabilité à la pêche.

La première hypothèse s'explique bien par l'évolution de la biomasse des cohortes. La majorité des espèces ont un cycle de vie de un an. Leur recrutement dans ce cas se situe vers novembre ou décembre et c'est quelques mois plus tard que la biomasse maximale est atteinte. Quant aux espèces à vie courte, leurs populations augmentent tant que les conditions climatiques et trophiques leur sont favorables, elles diminuent ensuite. Cependant cette hypothèse ne suffit peut-être pas à expliquer une si forte variation des rendements, et une diminution de disponibilité et de vulnérabilité ne doit pas être exclue.

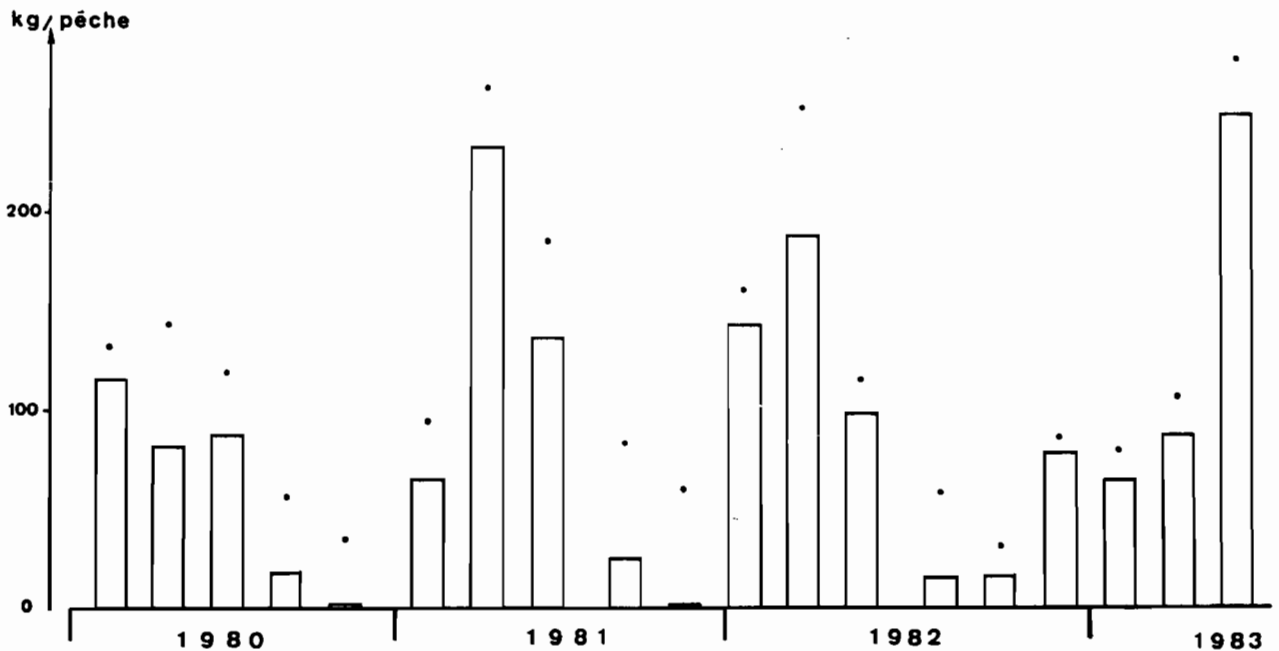


Figure 17. Rendement par campagne de pêche, calculé à partir des sites de Dumbéa, Saint Vincent, La Foa, Népoui, Harcourt, Canala, Prony. Les histogrammes présentent les prises d'espèces utilisables comme appât ; les points la capture totale.

La diminution de la disponibilité des espèces peut être liée au déplacement, à certaines saisons, ou phases du cycle biologique, vers des lieux où la pêche n'est pas praticable (zones très littorales, platiers coralliens, passes, etc...). Ainsi, WILLIAMS et CLARKE (1983) à Hawaï observent une modification du sex-ratio la nuit, au moment de la reproduction, liée à un mouvement vers le large des mâles. Ou encore, dans le lagon de Nouvelle-Calédonie, PETIT et LE PHILIPPE (1983) à partir de deux campagnes d'échoprospection constatent qu'en octobre, les densités sont uniformément faibles alors qu'en avril, les baies sont nettement plus riches que les zones les plus externes du lagon.

La réduction de la vulnérabilité peut être due à un comportement différent du poisson au moment de la pêche. BEN-YAMI (1976) dans sa synthèse sur la pêche à la lumière analyse le phénomène d'attraction dont les causes sont inconnues. Il peut être dû à un comportement de nutrition, ou de formation du banc qui est lié à la vision et la lumière. Une étude sur la pêche à la lumière de Clupeonella engrauliformis en mer Caspienne (PRIKHOD'KO, 1981) a montré, d'une part que les jeunes poissons se tenaient dans la partie supérieure de la concentration et que les individus de plus grande taille restaient en dessous, d'autre part que les femelles avec des oeufs coulants étaient très rarement attirées par la lumière. La réduction des besoins alimentaires et la modification du comportement agrégatif des poissons au moment de la ponte sont fréquents et influent donc sur la pêche.

En conclusion, bien que l'importance de la variation de la biomasse nous paraisse prépondérante, l'action du comportement des poissons n'est pas à exclure pour expliquer les variations saisonnières de rendement.

3.3.4. COMPOSITION DES PRISES

En raison du nombre élevé d'espèces de petits pélagiques présents dans le lagon (cf. chapitre 2), les pêches ont une composition spécifique variée et il n'est pas rare d'avoir 10 ou 12 espèces différentes dans le filet.

A partir des observations de la présente étude, TESTAU (1984) a analysé les diversités spécifiques des pêches d'un certain nombre de sites prospectés régulièrement, en employant l'indice de Shannon Weaver. Les imprécisions de l'échantillonnage dues à la méthode de pêche et l'espacement dans le temps des observations à chaque site, limitent fortement la valeur des résultats et l'auteur conclut : "Il n'y a pas de grande régularité entre les années ni entre les baies, dans la variation saisonnière de diversité. Dans l'ensemble, on observe seulement une tendance : valeurs plus faibles au second trimestre qu'au premier, mais il ne s'agit pas d'un phénomène très contrasté ni régulier (ce qui peut être illustré par la

figure 18, d'après TESTAU). Il semble que la mortalité des peuplements, les mouvements d'entrée et de sortie hors des baies, le cycle biologique annuel des espèces, etc... n'entraînent pas de variation considérable et significative de la diversité... Bien que certaines baies présentent une diversité plus forte ou plus faible que d'autres, le facteur géographique ne semble pas non plus source de différence significative dans la diversité". Les indices de diversité et d'équitabilité ne semblent pas être une technique appropriée à l'interprétation des observations que nous avons faites pendant cette étude.

Nous chercherons ultérieurement à analyser les relations entre les espèces de l'appât et les sites ou les différents types de sites et nous nous limiterons ici à voir, quelles sont dans les pêches faites aux stations suivies le plus régulièrement, les espèces principales et leurs fluctuations dans les prises.

Le tableau 4 donne pour les stations de Saint-Vincent, Népoui, Harcourt, Prony et Dumbéa, le pourcentage dans les captures de l'année (du 1er décembre au 30 novembre) des anchois, sardines, sardinelles et prêtres. On constate que les

Tableau 4 . Variation interannuelle et valeur moyenne du pourcentage dans les prises des principaux groupes d'espèces.

		1980	1981	1982	1983
Dumbéa	anchois			13	43
	sardines			16	6
	sardinelles			48	18
	prêtres			3	3
	autres			20	30
St Vincent	anchois	4	19	1	9
	sardines	55	19	61	59
	sardinelles	31	46	24	3
	prêtres	5	2	3	5
	autres	5	14	11	24
Népoui	anchois	19	64	68	72
	sardines	34	2	26	23
	sardinelles	1	0	1	
	prêtres	8	1	2	1
	autres	38	35	3	4
Harcourt	anchois	2	8	3	0
	sardines	55	44	18	39
	sardinelles	21	4	71	36
	prêtres	9	19	2	7
	autres	13	25	6	18
Prony	anchois	0	10	0	21
	sardines	36	23	11	2
	sardinelles	21	5	42	21
	prêtres	40	25	34	14
	autres	3	37	13	42

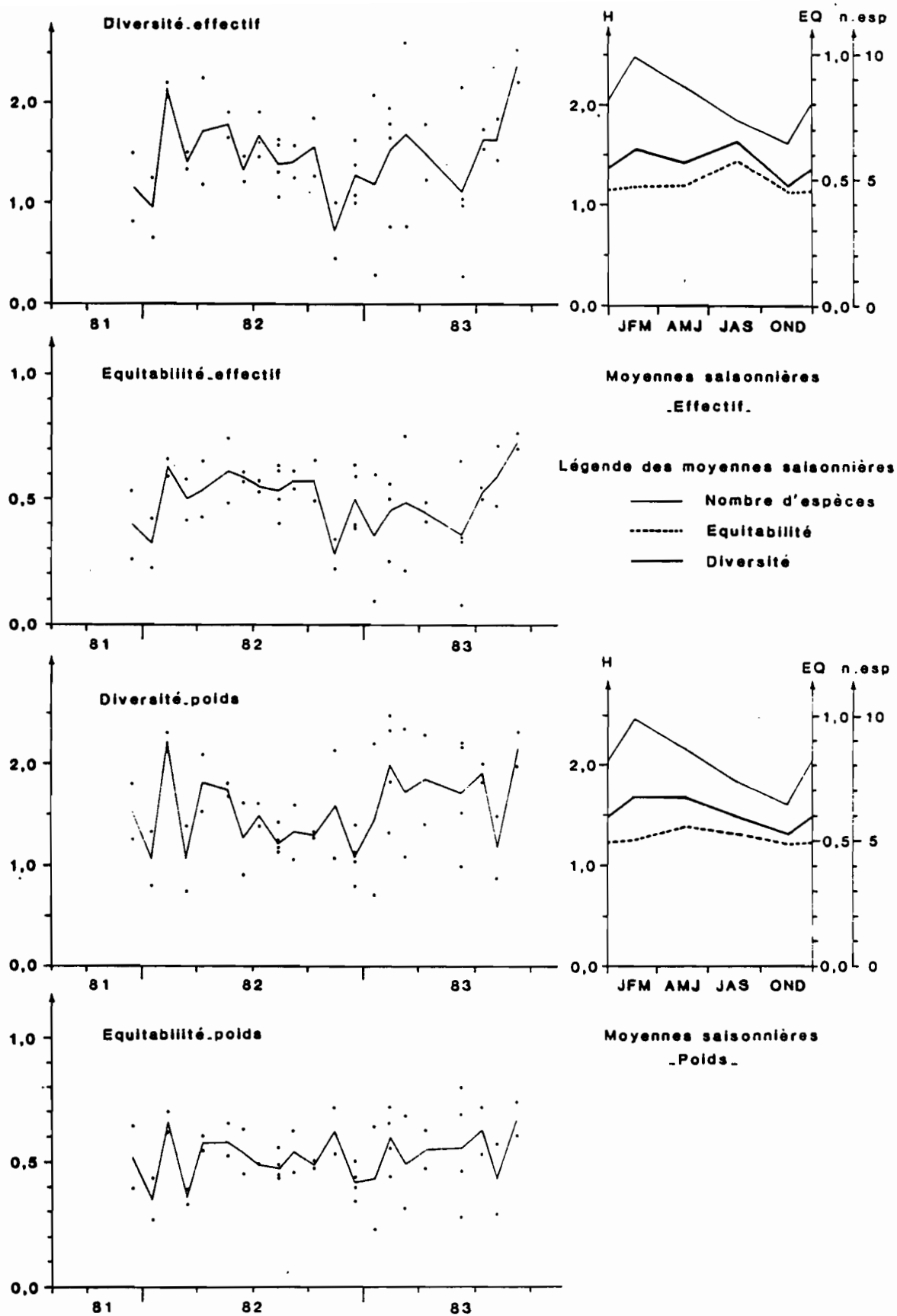


Figure 18. Diversité spécifique et équitabilité à la station de pêche de Dumbéa (d'après TESTAU, 1984)

espèces dominantes ne sont pas les mêmes d'un lieu à l'autre et changent selon les années. A Saint Vincent, dominant les sardines et sardinelles, en proportions très variables suivant les années et les anchois ont représenté une part non négligeable des prises en 1981 et 1983. A Népoui, les anchois représentent, sauf en 1980, les deux tiers des captures. A Harcourt, sardines et sardinelles constituent la plus grande partie des prises. A Prony, prêtres, sardines, sardinelles sont abondants chaque année dans des proportions variables. A Dumbéa, les sardinelles sont dominantes en 1982 et les anchois en 1983. Les quatre ans d'observation montrent combien les fluctuations interannuelles sont importantes. Ainsi dans le sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, 1981 et 1983 ont été des "années à anchois" alors que 1982 était une "année à sardinelles".

Ces variations interannuelles sont aussi très bien illustrées, en comparant à certaines stations, les captures entre les espèces. Ainsi, en baie de Dumbéa (fig.19), de décembre 1981 à novembre 1982, la sardinelle (A. sirm) est abondante et les anchois (S. heterolobus et S. devisi), à l'exception d'une pêche, le sont peu. L'année suivante, la situation est inversée. Si l'on met ces observations en rapport avec les

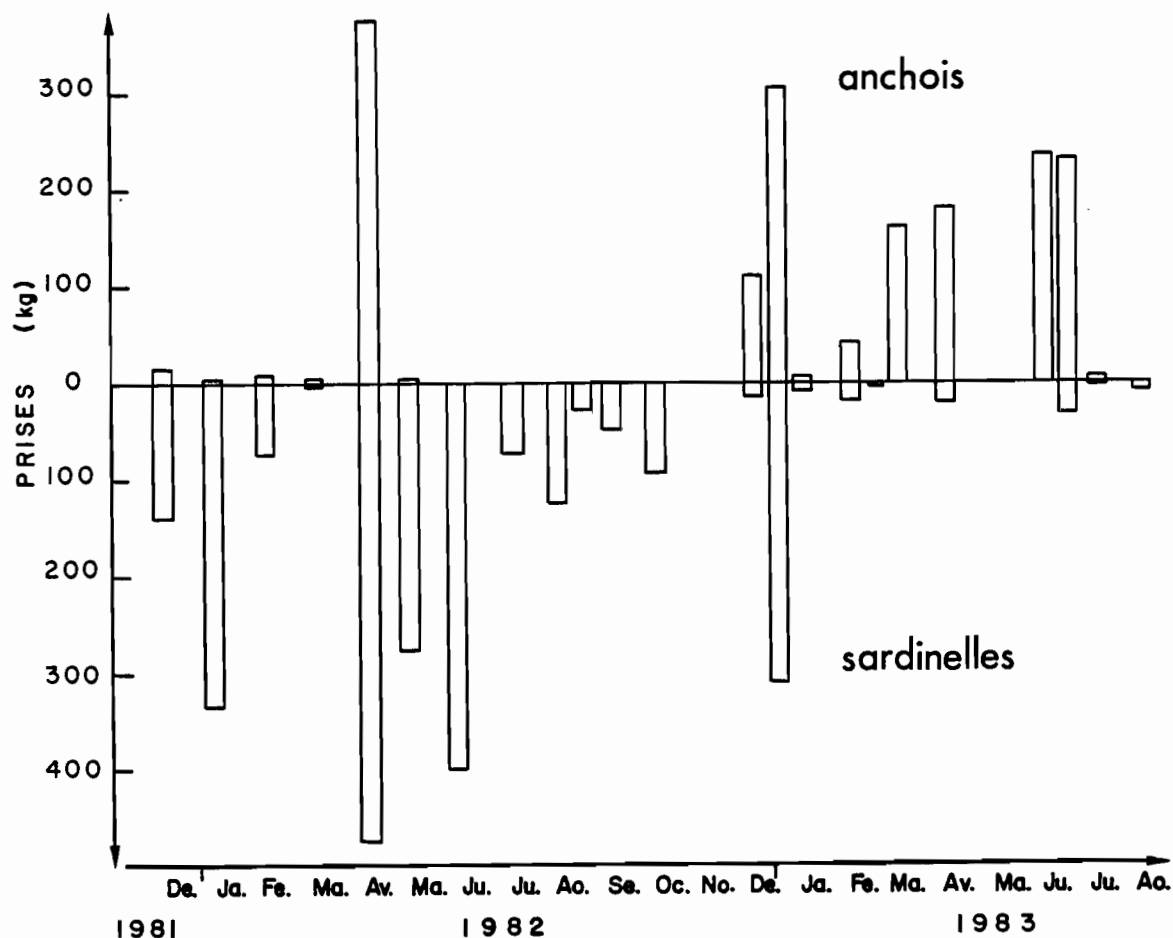


Figure 19 . Comparaison de l'abondance des sardinelles et des anchois dans les pêches faites à Dumbéa.

distributions de fréquence de taille de *A. sirm* à la même station (fig. 58), on voit que la première année la cohorte évolue avec une croissance régulière, alors que l'année suivante la première cohorte apparue dans les pêches au début du mois de décembre, avorte dès janvier. Une seconde apparaît certes, en remplacement, mais entre temps, les anchois paraissent avoir occupé l'espace vacant. (On peut remarquer une forte prise de sardinelles à la fin du mois de décembre : elle est due à la présence, dans la pêche, des individus âgés de 13 ou 14 mois). L'étude de la biologie des différentes espèces montrera ultérieurement que les anchois bleus et dorés ont un cycle de vie court, de quelques mois, qui leur permet, lorsque les conditions leurs sont favorables d'occuper rapidement un espace vacant.

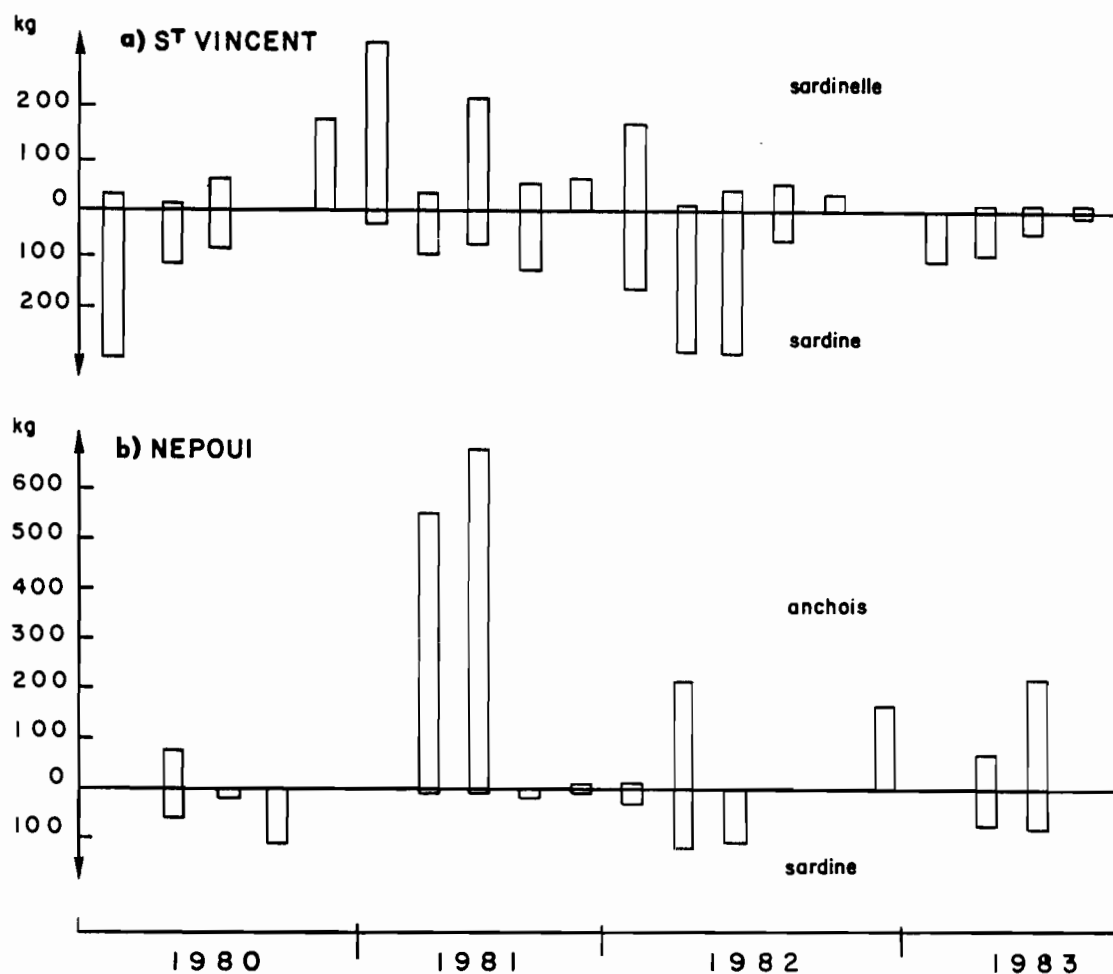


Figure 20. Comparaison de l'abondance des sardines et sardinelles à Saint-Vincent et des anchois et sardines à Népoui.

Un autre exemple est la comparaison des prises de sardines (H. quadrimaculatus) et sardinelles (A. sirm) à la station de la baie de Saint Vincent (fig. 20a) 1981 est une année différente des autres où dominant les sardinelles alors qu'en 1980, 1982 et 1983 ce sont les sardines qui étaient le plus abondantes. Les distributions de fréquence de taille des sardines en 1981 sont très irrégulières et laissent penser qu'une mortalité importante ou une immigration s'est produite chez les jeunes. Les sardinelles auraient pu alors occuper l'espace libéré. Enfin un dernier exemple peut être pris à Nepoui, où en 1981 la grande abondance des anchois coïncide avec des captures très réduites de sardines (fig. 20b).

MURPHY (1982) dans une analyse du recrutement des poissons tropicaux, basée sur l'étude de divers stocks et en particulier celui de Stolephorus heterolobus à Palau par MULLER (1976), pense que "les interactions interspécifiques pourraient être l'exception plutôt que la règle". En Nouvelle-Calédonie, des actions interspécifiques semblent exister. Le caractère fermé (pour les poissons) du lagon, pourrait favoriser ces interactions ainsi que l'aptitude de certaines espèces à se reproduire et augmenter leur population en quelques mois, ou la réduire, en raison de leur faible durée de vie. Il doit y avoir cependant un mécanisme maintenant un équilibre entre les stocks.

Malgré l'importance des variations interannuelles de la composition des captures, il est intéressant d'avoir une idée d'ensemble de la variation annuelle de cette composition. La figure 21 présente la moyenne mensuelle établie sur toutes les pêches réalisées de 1980 à 1983, des captures des principaux groupes d'espèces.

3.3.5. TAILLE ET QUALITE DE L'APPAT

A l'issue des pêches, des distributions de fréquence des tailles des espèces capturées étaient effectuées. La longueur dans cette étude est toujours exprimée en longueur totale. Cependant afin de permettre des comparaisons avec d'autres travaux, les correspondances entre la longueur totale, la longueur à la fourche, la longueur standard et le poids des espèces, sont données dans l'Annexe 2.

Le cumul, pour chaque espèce de l'ensemble des mensurations indique ses longueurs minimales et maximales dans nos pêches. Les longueurs minimales sont, en général, celles de la sélectivité du filet, voisine de 3 ou 4 cm puisque la maille est de 5 mm de côté. Les longueurs maximales peuvent permettre de classer les espèces en trois groupes.

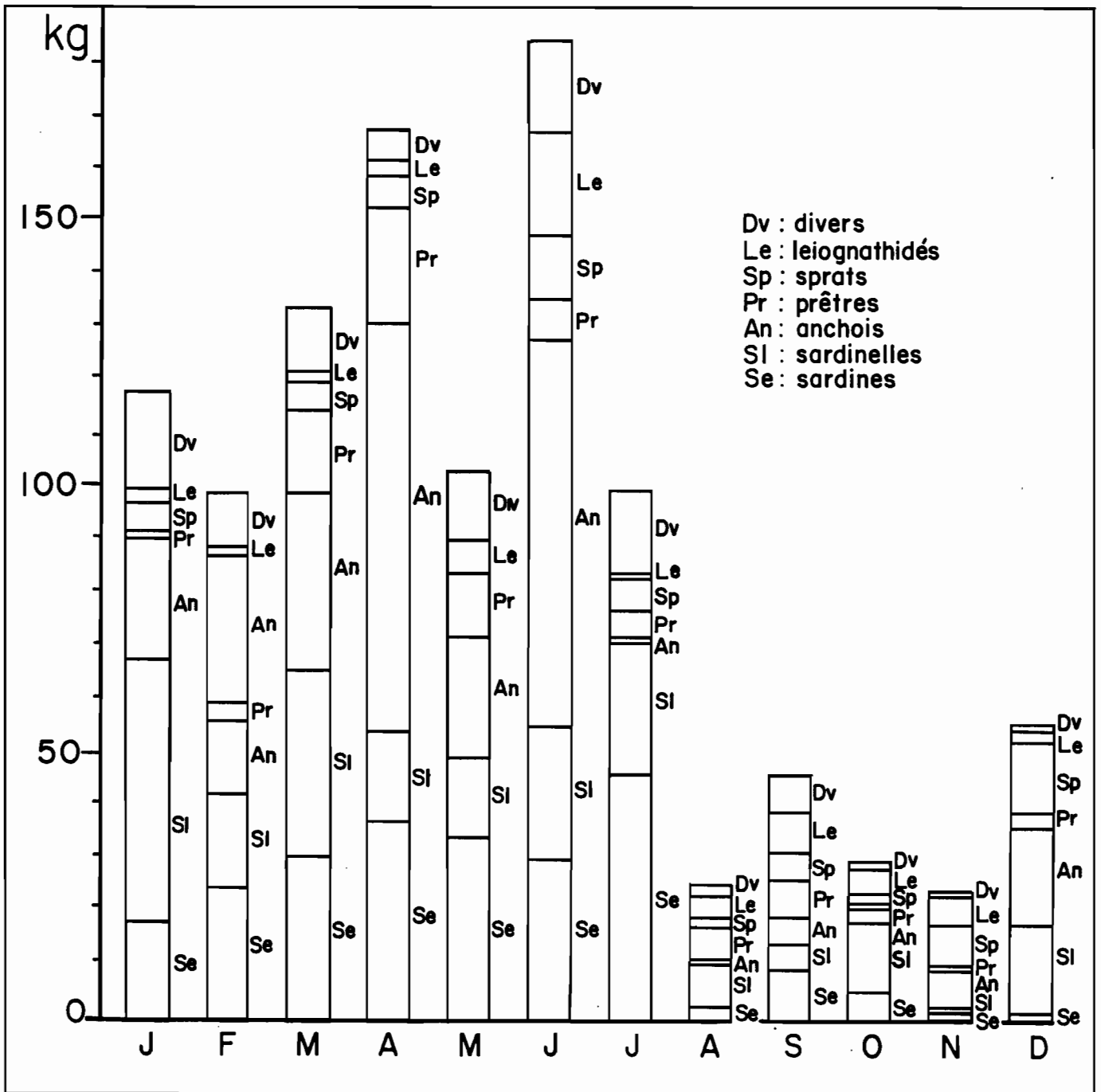


Figure 21. Moyenne mensuelle, de 1980 à 1983, des prises par groupe d'espèces.

Les espèces de petite taille : S. delicatulus, S. gracilis, H. ovalaua, S. punctifer, S. devisi, S. heterolobus, qui ont une longueur maximale comprise entre 8 et 10,5 cm. Nous verrons ultérieurement que ce groupe d'espèces présente une phénologie particulière : leur cycle de vie est inférieur à une année, leur maturité est atteinte en 2 ou 3 mois, et leur durée de vie n'excède pas 6 mois.

Les espèces de taille moyenne : S. insularis, S. indicus, T. baelama, L. bindus, G. minuta, A. lacunosus, H. quadrimaculatus, Dussumieria spp., de longueur maximale comprise entre 12 et 18 cm. Ce sont toutes, en Nouvelle-Calédonie, des espèces à cycle biologique annuel.

Les espèces de grande taille : A. sirm, A. clupeioides, R. kanagurta, S. crumenophthalmus, D. russelli, de longueur maximale comprise entre 25 et 28 cm, mais celle-ci est peut-être liée à la sélectivité de l'engin de pêche. Il est probable que les poissons de cette taille sont suffisamment rapides, et en particulier les chinchards et maquereaux, pour éviter le filet.

Chez la plupart des espèces de moyenne et de grande taille, l'analyse de l'évolution des tailles modales indique que la principale période de reproduction se situe au printemps d'octobre à décembre et les individus sont généralement petits au début de la saison chaude. Pendant la saison froide, les poissons capturés sont souvent de trop grande taille pour être utilisés comme appât pour la pêche à la canne. Ils pourraient par contre être utilisés pour la pêche thonière à la palangre.

Les captures de poissons ne pouvant servir d'appât, soit parce qu'il s'agit d'espèces "mauvaises", soit d'individus de grande taille, varient peu au cours de l'année. La prise totale variant elle, fortement, la proportion de "non utilisable comme appât" est nettement plus élevée entre août et novembre.

3.3.6. PRISES ET INTENSITE DES ECHOS OBSERVES AU SONDEUR

Dès le début de la nuit, un échosondeur était mis en marche et nous disposons d'enregistrements continus de chaque nuit de pêche qui permettent d'apprécier la dynamique des concentrations de poissons et leur variation d'intensité.

L'arrivée du poisson est progressive et il faut en général 2 ou 3 heures d'éclairement pour que la concentration soit formée. Après la pêche, le poisson revient le plus souvent en quelques dizaines de minutes et il est rare qu'après une heure la situation antérieure ne soit pas rétablie. La tendance générale est une augmentation de l'abondance du poisson au cours de la nuit. Ce phénomène s'observe sur les enregistrements du sondeur et dans les pêches. Un test de Wilcoxon sur les paires, appliqué à une série de 25 nuits prises au hasard

au cours de l'étude et répété sur deux autres tirages, montre que les pêches de fin de nuit ont des rendements significativement plus élevés que celles du milieu de la nuit (2 tirages ont donné une différence au seuil de 0,05 et 1 au seuil de 0,01).

L'aspect des échos enregistrés sur le papier est très variable et l'on peut observer (cf. fig. 14) :

- des petits points correspondant à des poissons isolés,
- des taches très concentrées répondant au passage près du transducteur d'un petit banc instable,
- un grisé diffus plus ou moins intense indiquant la présence d'une concentration stable.

La distribution verticale des échos est aussi intéressante à considérer. Ceux-ci peuvent occuper toute la colonne d'eau, mais il n'est pas rare qu'ils soient concentrés sur une bande correspondant à un intervalle bathymétrique. Il est aussi fréquent qu'ils soient restreints à une couche de 2 à 3 mètres qui reste contre le fond. Nous avons observé que ce type de concentration est typique des petits anchois (*S. heterolobus* et *S. devisi*). Leur réaction à la diminution d'intensité du lamparo est variable. Chez la plupart des espèces cette manoeuvre entraîne une remontée du banc et son rapprochement de la source lumineuse. Chez les petits anchois, le comportement est irrégulier et parfois le banc reste près du fond et "refuse" de remonter ; il se disperse même si l'intensité de l'éclairement diminue trop.

Nous avons essayé d'estimer l'intensité des échos enregistrés au cours de chaque nuit de pêche. Une cotation à cinq niveaux (0, 1, 2, 3, 4) a été établie et appliquée à chaque période de une heure. La moyenne de la nuit est calculée. La figure 22 montre la faible relation entre l'intensité moyenne des échos de la nuit et la prise au cours des pêches. On voit que les nuits où l'intensité moyenne des échos est élevée, les rendements des pêches sont très variables. Le poisson est présent et la prise dépend de la réussite du coup de filet. Par contre si le sondeur n'indique pas de poisson, ou une faible apparence, la pêche est presque toujours mauvaise. Quelques exceptions cependant existent, correspondant à des concentrations de poissons qui restent très en surface, comme les petits sprats par exemple, et échappent à la prospection acoustique.

3.3.7. COMPARAISON ENTRE LES PRISES ET L'ABONDANCE DU ZOOPLANKTON

Des récoltes de zooplancton ont été faites régulièrement pendant les campagnes et 3 traits verticaux étaient réalisés chaque nuit, un vers 19 h, un autre après la pêche de 23 h et le dernier avant l'aube après la pêche de fin de nuit.

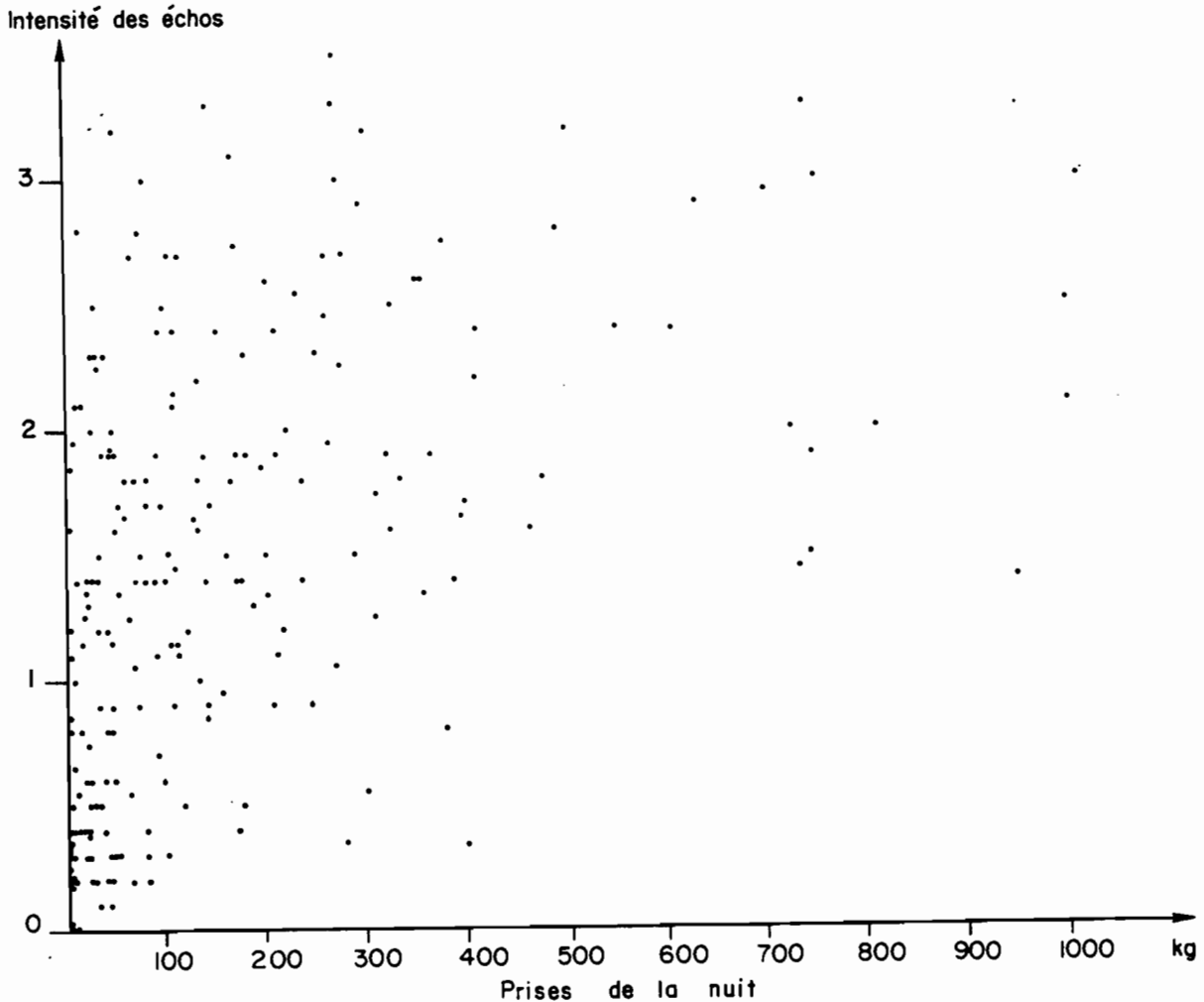


Figure 22 . Représentation des intensités moyennes des échos en fonction des captures de la nuit.

Le plancton récolté n'a pas été analysé en détail et l'on s'est limité à des mesures du volume sédimenté. Il n'apparaît pas de différence significative entre les volumes récoltés aux différentes heures de la nuit (test de Kruskal-Wallis fait sur les résultats de plusieurs campagnes).

Pour la station de Dumbéa qui a été visitée au moins une fois par mois pendant deux ans, on a essayé de comparer les volumes de plancton et les captures de poisson (fig. 23) ; il n'apparaît pas de corrélation évidente, entre la moyenne des volumes de plancton, rapportée au volume filtré et la quantité de poissons pêchée.

Divers essais ont été faits pour interpréter les mesures de volumes sédimentés. Les résultats ont toujours été extrêmement décevants et il semble que ce type d'analyse soit trop sommaire pour être intéressant, dans le cas du lagon de Nouvelle-Calédonie.

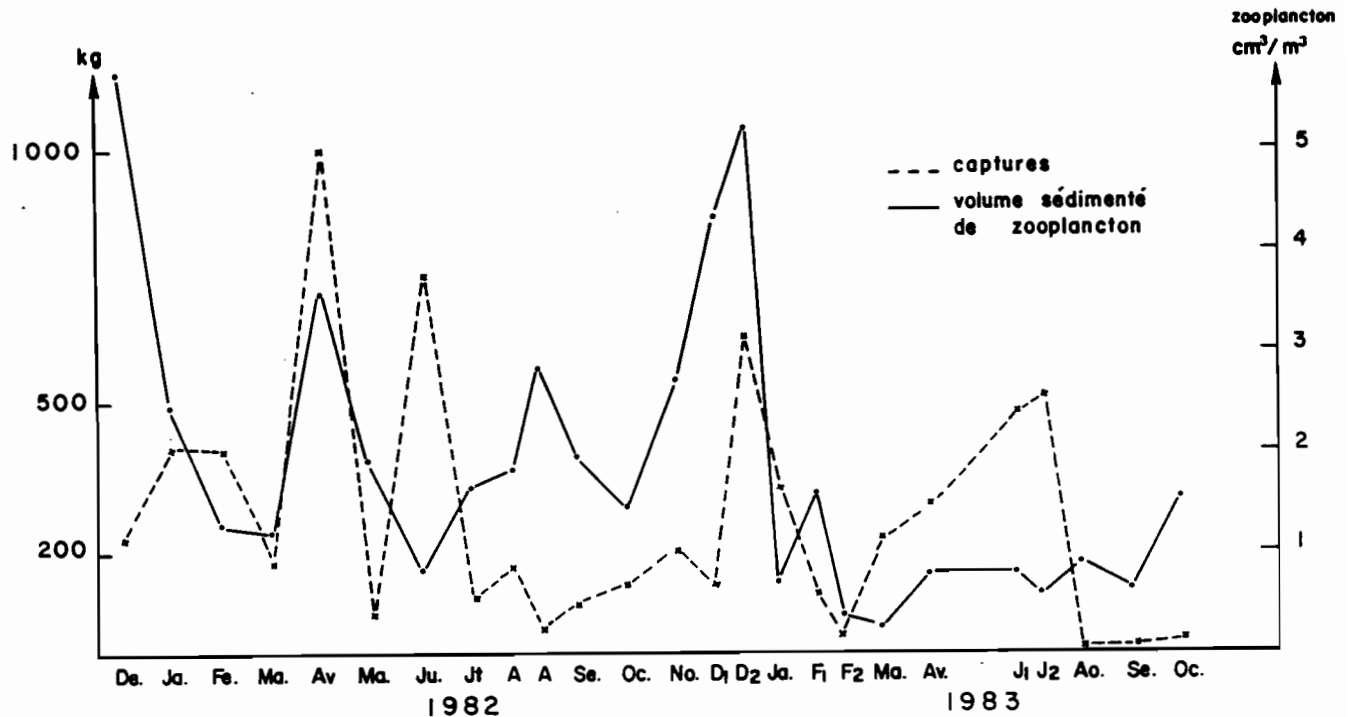


Figure 23. Variation du volume de plancton sédimenté et des captures de poisson.

3.4. COMPARAISON AVEC D'AUTRES OBSERVATIONS EN NOUVELLE-CALEDONIE

Au début des années soixante dix, deux campagnes du JAMARC (Japan Marine Fishery Resources Research Center) ont été faites pour prospector les ressources en appât de la Nouvelle-Calédonie. Les observations sont résumées par MUYARD (1980).

La campagne du Kuroshio Maru du 19/09/72 au 04/11/72 (GRANDPERRIN et FOURMANOIR, 1972 ; JAMARC, 1973) a permis de visiter sept baies, en utilisant un filet barrage, un carrelet et une senne tournante. Le rendement moyen n'a été que de 30 kg par nuit. La campagne du Akitsu Maru du 10/11/73 au 02/12/73 (LOUBENS et al., 1973) a prospecté dix baies, dont six différentes de la campagne précédente. Un carrelet et un bouki-ami ont été employés et le rendement moyen a été de 60 kg par nuit.

3.4.1. LE PROGRAMME BONITE DE LA COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

Dans le cadre du programme bonite de la Commission du Pacifique Sud, une campagne de prospection a été faite du 13 décembre 1977 au 19 janvier 1978 avec le Hatsutori Maru n° 1 (KEARNEY et HALLIER, 1978). Neuf baies ont été visitées au cours de 24 nuits de pêche. Le filet employé était un bouki-ami de grande taille (environ 26x23 mètres) et la moyenne des captures sur 40 pêches était de 130 kg. Les anchois, notamment Stolephorus heterolobus et dans une moindre mesure S. devisi représentaient 58% des captures. A la même période de l'année en 1981 et 1983, les anchois constituaient aussi l'essentiel des prises du Vauban.

Par contre, à la différence des résultats du Vauban et de Transpêche Nouvelle-Calédonie, les rendements du Hatsutori Maru n° 1 sur la côte Est, en particulier en baie Laugier et à Port Bouquet, sont excellents et du même ordre que ceux de la côte Ouest.

3.4.2. LES CANNEURS DE TRANSPÊCHE NOUVELLE-CALEDONIE

La société Transpêche Nouvelle-Calédonie (T.P.N.C) a entrepris de pêcher la bonite à la canne. De août 1981 à août 1982 un canneur de 300 tonnes puis, jusqu'en avril 1983 deux unités identiques supplémentaires, ont pêché de l'appât dans le lagon. Les activités de ces bateaux ont été suivies par le Centre ORSTOM de Nouméa et des observations détaillées ont été présentées par HALLIER et KULBICKI (1985).

La méthode de pêche choisie a été la même, le bouki-ami, de nuit. Par ailleurs, cette société a essayé d'installer une base de pêche d'appât dans la baie de Saint-Vincent destinée à approvisionner les canneurs et à éviter d'immobiliser de grosses unités pour la capture de l'appât. Pour diverses raisons (humaines, financières, survie de l'appât...) cette expérience a été abandonnée après quatre mois. L'engin employé, une bolinche a nécessité un long apprentissage de la part des pêcheurs mais après deux mois les résultats ont commencé à augmenter. La survie de ces captures est restée cependant médiocre.

Les bouki-ami employés sur les canneurs de T.P.N.C. étaient environ 4 fois plus grands en surface que celui du Vauban et leurs rendements ont été généralement plus élevés ; la variation saisonnière est cependant analogue. La figure 24 illustre ceci en présentant la variation des rendements moyens mensuels des pêches des canneurs et du Vauban.

La composition spécifique des prises des canneurs de T.P.N.C. et du Vauban (figure 25) sont voisines, mais les espèces les meilleures pour l'appât, comme les sardines et les anchois, sont plus capturées par les thonnières qui choisissent les zones où elles sont abondantes. Il est d'ailleurs remarquable que cette proportion d'anchois et sardines ait augmenté dans le temps, sur les canneurs.

Les mêmes tendances dans la distribution géographique, qualitative et quantitative s'observent aussi dans les pêches. Le tableau 5 présente les résultats comparatifs.

HALLIER et KULBICKI (1985) concluent : "Dans tous les domaines où les données provenant des canneurs de T.P.N.C et du N.O. VAUBAN pouvaient faire l'objet de comparaisons, on observe une grande similitude entre les résultats des pêches d'appât de ces deux opérations. Ceci démontre que le programme d'étude des ressources en appât du lagon de Nouvelle-Calédonie, mené par l'ORSTOM de mars 1980 à juin 1983, a parfaitement rempli sa mission".

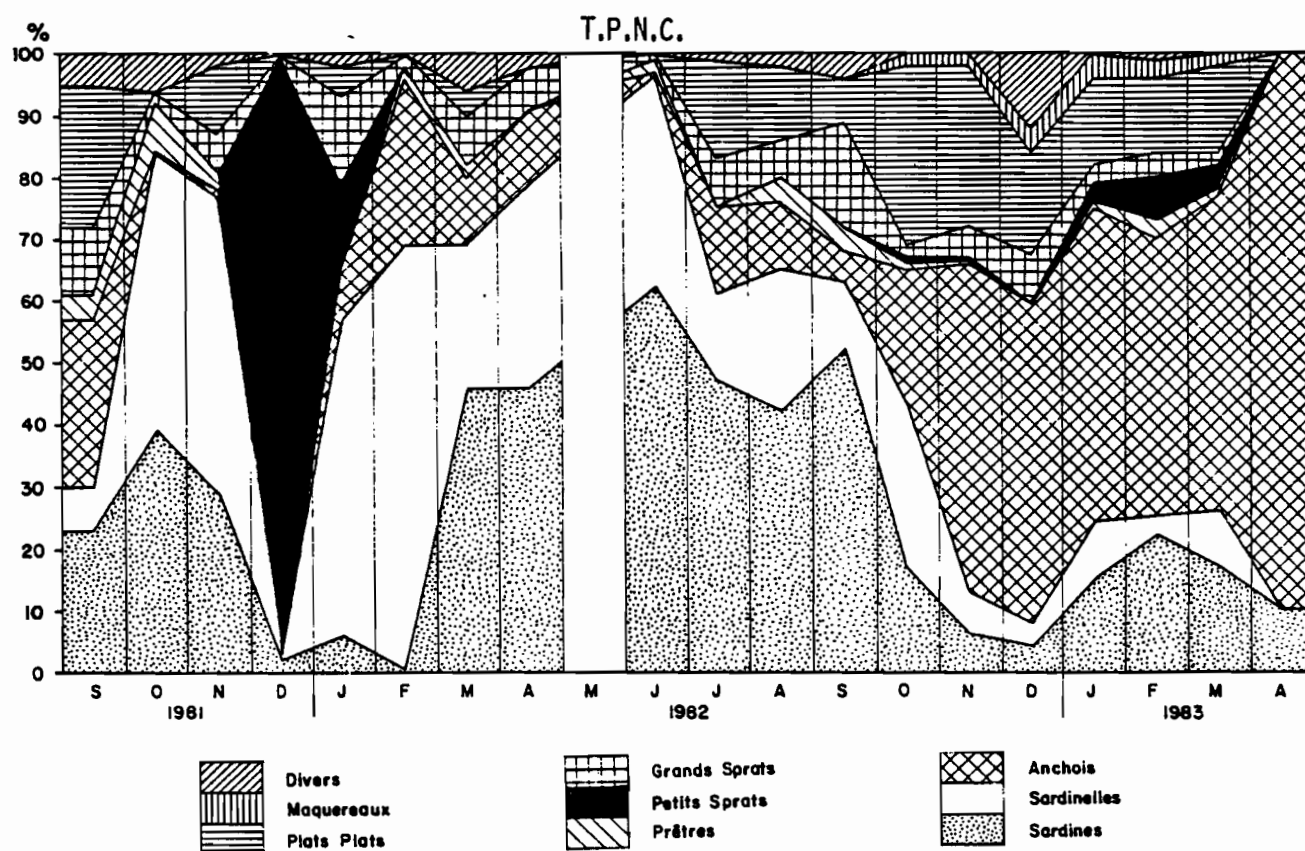
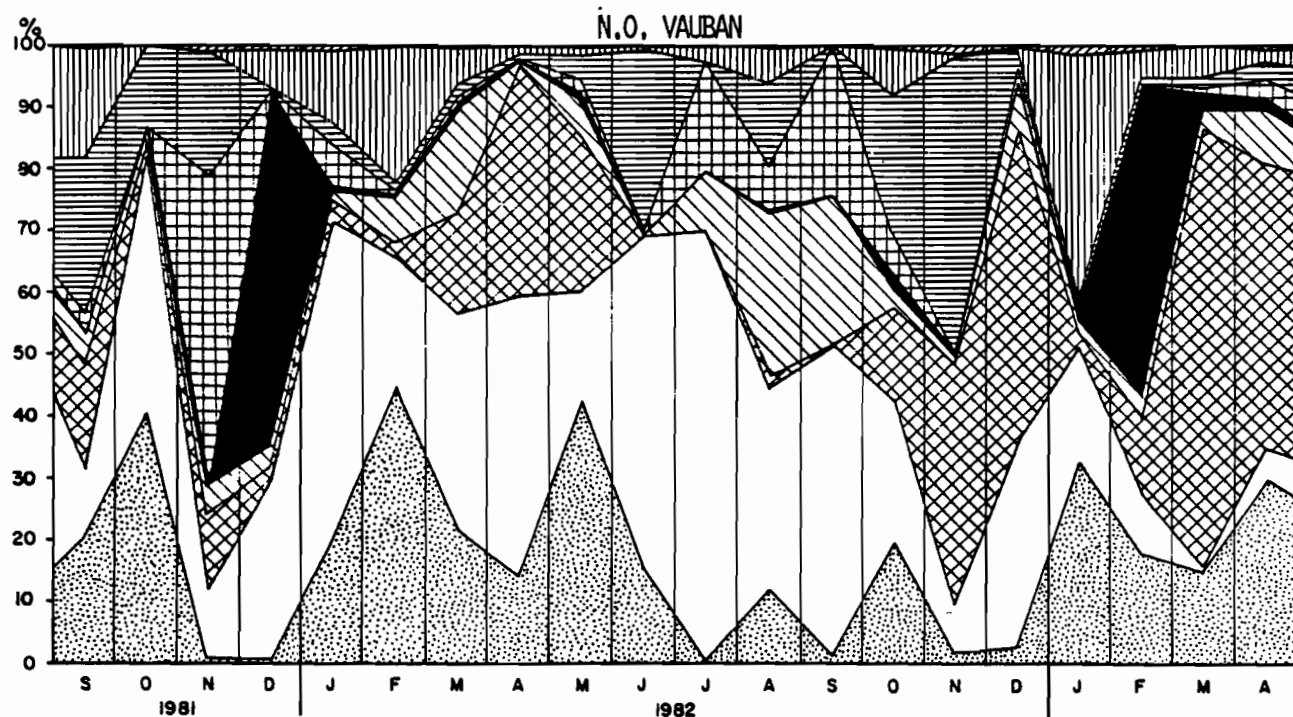


Figure 25. Composition mensuelle en espèces ou groupes d'espèces des prises mensuelles d'appât du Vauban et des canneurs de T.P.N.C. (d'après Conand, 1984 et Hallier et Kulbicki, 1985).

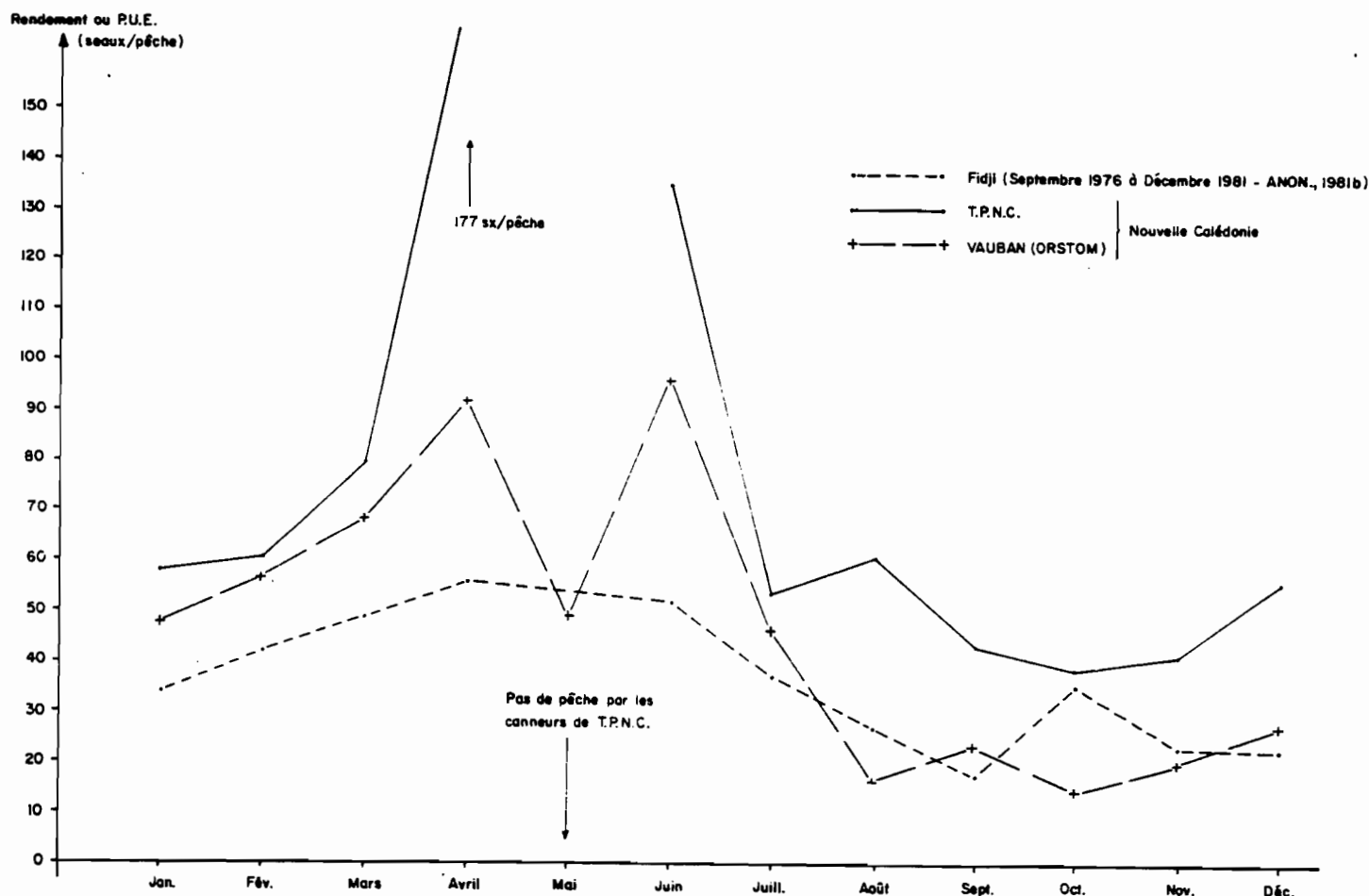


Figure 24. Rendements moyens mensuels (en seaux de 1,8 kg/pêche) des pêches d'appât des pêcheries locales de Fidji et de Nouvelle-Calédonie (d'après Hallier et Kulbicki, 1985).

3.5. COMPARAISON AVEC LES AUTRES PAYS INDO-PACIFIQUES

La comparaison sera limitée aux régions insulaires de la zone intertropicale qui présentent une parenté faunistique avec la Nouvelle-Calédonie. Une sélection de références bibliographiques sur les études réalisées sur l'appât des divers pays ou régions indo-pacifiques tropicales est présentée.

Madagascar : MARCILLE et VEILLON, 1973.

Comores : STEQUERT et POULAIN, 1973.

Seychelles : Anon., 1983b.

Tableau 5. Comparaison des résultats des pêches au bouki-ami du Vauban et des canneurs de T.P.N.C. (d'après Hallier et Kulbicki, 1985).

REGION	Type d'opération	Effort de pêche		Prises (en seaux)	Rendement par nuit (en seaux)	Rendement par pêche (en seaux)
		Nombre de nuits	Nombre de pêches			
OUEST	VAUBAN	46	92	5466	119	59
	T.P.N.C	180	433	28453	158	66
NORD	VAUBAN	18	36	2329	129	65
	T.P.N.C	23	72	2489	108	35
EST	VAUBAN	20	40	1420	71	35
	T.P.N.C	29	64	2243	77	36
SUD	VAUBAN	20	39	2070	104	53
	T.P.N.C	47	103	4608	98	45
TOTAL	VAUBAN	104	207	11285	109	55
	T.P.N.C	279	672	37793	135	56

Ceylan : JOSEPH, 1975 ; SIVASUBRAMANIAM, 1978.

Thaïlande : WONGRATANA, 1982.

Indonésie : SUMADIHARGA, 1978.

Philippines : LEE, 1978.

Iles Mariannes, Carolines et Marshall : HIDA, 1971 ; WILSON, 1977a, 1977b ; Tuna Programme, 1984g.

Papouasie N.G. : KEARNEY et al., 1972 ; LEWIS, 1977 ; COOPER et WANKOWSKI, 1981 ; Tuna Programme, 1984a ; DALZELL, 1984.

Iles Salomon : ARGUE et KEARNEY, 1982a ; Anon., 1985.

Vanuatu : GRANDPERRIN et al., 1982 ; Tuna Programme, 1983a.

Nauru, Kiribati : Tuna Programme, 1984b ; KLEIBER et KEARNEY 1983.

Tuvalu, Tokelau, Wallis et Futuna : ELLWAY et al., 1983 ; Tuna Programme, 1983b, Programme thonidés, 1984.

Fidji : KEARNEY, 1982 ; LEWIS et al., 1983. ELLWAY et KEARNEY, 1982.

Tonga : Tuna Programme, 1983c.

Samoa occidentales et américaines : Tuna Programme, 1984c, 1984f. HIDA, 1976.

Tonga, Iles Niue et Cook : LAWSON et KEARNEY, 1982 ; Tuna Programme, 1984d.

Polynésie Française : GILLET et KEARNEY, 1983.

Hawaï : UCHIDA, 1977.

W Dans l'ouest de l'océan Indien, les conditions pour l'approvisionnement en appât sont assez moyennes. L'île de Madagascar est très grande et possède, de nombreux cours d'eau, des mangroves et des zones corallières. Ceci constitue des facteurs favorables à la présence de stocks de petits pélagiques et les quantités capturées sont importantes ; mais les espèces, le plus souvent des sardinelles et des chinchards, sont souvent peu intéressantes pour l'appât et de trop grande taille. Dans les archipels des Comores et des Seychelles, la taille des îles est très réduite, et les stocks sont très petits. Les rendements y sont en général faibles.

La zone de l'Insulinde (Indonésie, Philippines, Nouvelle-Guinée) est très riche et les ressources y sont importantes. Les espèces capturées sont très diverses et généralement de petite taille. Les conditions climatiques varient peu au cours de l'année et la biologie des espèces est peu liée aux cycles saisonniers. Ceci a été bien montré par DALZELL et WANKOWSKI (1980) en Nouvelle-Guinée où les prises portent essentiellement sur les petits sprats et les anchois bleus et dorés, espèces qui comme nous le verrons plus loin (cf.5.2.) n'ont pas de saisonnalité marquée dans leur cycle biologique. Par contre ces auteurs ont observé des fluctuations interannuelles dans l'abondance des anchois et des sprats. En l'absence de longues séries d'observations, ils n'ont pas réussi, à comprendre les mécanismes de ces fluctuations

Les îles Salomon sont actuellement le pays du Pacifique tropical le plus important pour la pêche thonière à la canne. En 1984, on comptait 31 thoniers-canneurs réalisant une prise de 30 600 tonnes (Anon., 1985) . L'approvisionnement en appât pose peu de problèmes et l'augmentation de l'effort substantiel depuis 1981, n'a pas jusqu'à présent entraîné de diminution de rendement des prises d'appât, qui s'élevaient en 1984 à 1 800 tonnes . La variation saisonnière des rendements est faible ; ils seraient légèrement inférieurs au second trimestre.

Tableau 6. Effort de pêche et rendement observés dans le cadre du Programme bonite de la C.P.S. (d'après Gillett et Kearney, 1983).

Pays ou Région	Pêches de nuit			Pêches de jour		
	Nb. de pêches	Prise moy./pêche	Espèces princip.	Nb. de pêches	Prise moy./pêche	Espèces princip.
Papouasie-N.G.	57	120	1,2,7,6	4	24	
Iles Salomon	60	148	6,3,1	0	-	
Vanuatu	5	35	6,9	0	-	
Nouvelle Calédonie	40	130	3,4,1,2	0	-	
Fidji	71	180	6,1,2,3	1	-	
Tuvalu	15	100	6	0	-	
Wallis et Futuna	36	291	2,4,3	0	-	
Tonga	32	34	4,2,11	12	15	8
Samoa occidentales	14	80	2,7	0	-	
Samoa américaines	5	36	2,7	0	-	
Niue	0	-		0	-	
Tokelau	0	-		3	13	6
Palau	34	97	1,6	0	-	
Yap	2	129	1	0	-	
Truk	8	86	3,6	1	50	6
Ponape	36	140	1,2,6	0	-	
Kosrae	10	80	2,1	0	-	
Iles Marshall	8	76	3,9	4	22	6
Nauru	0	-		0	-	
Kiribati	21	57	6,9	7	254	3
Iles Cook	15	39	6	0	-	
Iles de la Société	27	33	11,7	8	5	
Tuamotu	27	44	7	0	-	
Pitcairn	0	-		0	-	

Espèces : (1) S. heterolobus ; (2) S. devisi ; (3) H. quadrimaculatus ;
 (4) A. sirm ; (5) S. marquesensis ; (6) S. delicatulus ;
 (7) S. gracilis ; (8) A. lacunosus ; (9) H. ovalaua ;
 (10) R. kanagurta ; (11) Selar sp.

A Fidji qui a des conditions climatiques peu différentes de celles de Nouvelle-Calédonie, LEWIS et al. (1983) observent les mêmes variations saisonnières des rendements que nous : bons en saison chaude, faibles à la fin de la saison froide.

Tableau 7. Parts relatives des principaux groupes d'appâts capturés dans le cadre du Programme bonite de la C.P.S. (d'après Programme bonite, 1981).

	Anchois	Sprats	Sardines	Prêtres	Divers
	Estimation de la composition en fonction du poids (en %)	Estimation de la composition en fonction du poids (en %)	Estimation de la composition en fonction du poids (en %)	Estimation de la composition en fonction du poids (en %)	Estimation de la composition en fonction du poids (en %)
Papouasie-Nouvelle-Guinée	71,4	7,7	13,7	0,9	6,7
Iles Salomon	43,0	11,1	22,2	0,8	22,8
Nouvelle-Calédonie	62,5	3,7	15,1	0,3	18,4
Fidji	22,0	20,0	42,4	4,7	10,9
Vanuatu	29,4	34,6	10,4	17,6	7,8
Samoa-Occidentale*	69,5	1,3	1,3	0	27,9
Iles de la Société	5,7	16,5	5,0	0	72,8
Iles Marquises	0	0	87,9	0	12,1
Iles Tuamotu	0	100,0	0	0	0
Kiribati	0	29,3	8,9	25,0	36,7
Tonga	23,8	16,3	15,5	19,2	25,3
Palau	56,2	31,1	1,3	7,6	3,7
Ponape	71,2	3,0	9,3	16,2	0,3
Niue	0	0	0	0	0
Iles Cook	0	96,3	0	3,4	0,3
Samoa américaines	89,4	10,6	0	0	0
Iles Marshall	0	7,4	67,5	25,0	0
Yap	81,8	0	0	1,2	17,0
Wallis et Futuna	82,3	1,1	15,1	0,1	1,4
Truk	0	31,4	31,5	37,0	0
Kosrae	68,0	0	21,2	0	10,5
Ile Norfolk	0	0	0	0	0
Tuvalu	0	90,3	0	4,6	5,1
Nauru	0	0	0	0	0
Tokelau	0	0	0	0	0
Iles Pitcairn	0	0	0	0	0

* Ces pourcentages sont calculés en fonction du poids estimé pour chaque espèce.

La Commission du Pacifique Sud a réalisé un "Programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites" (dans le Pacifique francophone, Katsuwonus pelamis). L'étude était réalisée au moyen de marquages et de diverses observations biologiques et les poissons étaient capturés à la canne. De l'appât vivant était donc nécessaire. De 1977 à 1980, plus de 500 pêches de nuit ont été faites avec le même type de filet par le même équipage, ce qui permet une bonne comparaison des résultats. La description de l'engin et les détails de son utilisation sont présentés par HALLIER et al. (1984). La région d'étude est limitée approximativement en latitude par les tropiques, à l'ouest par les îles Mariannes et Palau dans l'hémisphère nord, et la Papouasie-Nouvelle-Guinée et l'Australie dans le sud; à l'est, la limite est constituée par les îles Marshall et de la Ligne au nord de l'équateur et la Polynésie française au sud. Pour chaque pays, un rapport final

a été établi qui présente une évaluation des ressources en bonites et en appâts. D'autre part, un document de travail du Programme bonite (1981) présente une évaluation des ressources en appât dans la zone d'action de la Commission du Pacifique Sud. Les tableaux 6 et 7, provenant de ce rapport, montrent les différences considérables qui existent entre les îles, tant dans la composition que dans l'abondance.

La dimension et la topographie des îles sont, dans la plupart des cas, les meilleurs indices de leur richesse en appât. Les îles étendues qui possèdent d'importants bassins versants avec des cours d'eau qui apportent des éléments ter-rigènes et nutritifs dans des lagons, ou des baies abritées, offrent un habitat idéal pour de nombreuses espèces d'appât. C'est le cas des grandes îles de la Nouvelle-Guinée, des Salomon, de la Nouvelle-Calédonie, ou de Fidji. A l'inverse, les petits atolls comme ceux des Tuamotu ou des Marshall, les îles coralliennes élevées comme Niue ou Maré, et les îles vol-caniques récentes dépourvues de lagon comme les îles du Vanuatu, sont beaucoup moins favorisées.

La composition est aussi liée à la topographie et les anchois sont surtout abondants dans les régions côtières ou les apports d'eau douce sont importants alors que les sprats domi-nent dans les atolls. Les sardines et prêtres paraissent plus ubiquistes.

Les rendements sont bons à l'ouest de la longitude 160° E dans l'hémisphère nord et de 180° dans l'hémisphère sud. Plus à l'est, les ressources en petits pélagiques sont faibles, d'autant plus que les îles sont de petites tailles, et les ap-ports d'eau douce limités.

3.6. EVALUATION DES STOCKS DE PETITS PELAGIQUES DANS LE LAGON DE NOUVELLE CALEDONIE

En l'absence d'exploitation suivie des petits péla-giques du lagon, il n'est pas possible d'appliquer des modèles mathématiques de production comme cela a été fait sur certaines espèces de l'appât thonier par DALZELL (1984) dans la zone de la passe Ysabel en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Un essai d'estimation de la biomasse des stocks a été fait par des prospections acoustiques en utilisant un échointé-grateur. Deux campagnes ont été réalisées en octobre 1982 et avril 1983. Octobre est la fin de la saison froide et la période du maximum de salinité. Du point de vue biologique, les rende-ments sont minimums et de nombreuses espèces commencent à se reproduire, c'est aussi le moment où les individus capturés sont les plus grands. Avril correspond presque en tous points à la situation opposée.

L'échointégration est une technique souvent employée et bien rodée pour l'étude des stocks des plateaux continentaux mais qui ne semble pas avoir été utilisée jusqu'à présent en milieu lagonaire et récifal. Son emploi se heurte à de multiples difficultés. De nombreuses zones sont peu profondes et inaccessibles à l'observation alors qu'elles constituent justement des habitats particuliers où à certains moments le poisson semble se concentrer. L'échoprospection nocturne, importante car elle permet une observation au moment où les bancs sont dispersés est limitée par les difficultés de navigation dans les zones récifales.

Le détail des techniques employées, des mesures et de leur interprétation est exposé dans le rapport de PETIT et LE PHILIPPE (1983). Ils estiment la biomasse d'appât en faisant des réserves quant à la précision des résultats. Ceux-ci doivent être considérés comme des ordres de grandeur qui par prudence ont été calculés en hypothèse basse. Ils ont trouvé, en avril pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie (nord du 20ème parallèle et récifs de l'Ile des Pins et du Sud-Ouest exclus), une biomasse de 4 900 tonnes, dont 1 000 tonnes dans les baies. Ils estiment qu'en octobre 20 % de cette biomasse subsisterait.

Ces stocks étant vierges de toute exploitation, hormis un peu de pêche vivrière quantitativement négligeable, il est possible de calculer les captures potentielles qu'ils peuvent supporter en utilisant l'équation de GULLAND (1971)

$$C = 0,5.M.B$$

où C représente la capture potentielle, B la biomasse et M la mortalité naturelle. Celle-ci varie considérablement selon les espèces et les estimations entre 1,6 et 15 (voir chap. 5). BEDDINGTON et COOKE (1983) considèrent que le facteur 0,5 de l'équation de Gulland surestime fortement la capture potentielle et que pour les petits poissons 0,2 conviendrait mieux. Si l'on s'en tient à l'équation de Gulland en prenant une mortalité naturelle égale à 2, la capture optimale de poissons pélagiques dans les lagons est et ouest serait de l'ordre de 2 500 tonnes.

Les multiples incertitudes et approximations tant dans l'estimation de la biomasse que dans celle de la capture optimale incitent à ne considérer cette valeur que comme un ordre de grandeur très approximatif qui correspond dans le cas des lagons est et ouest de la Nouvelle-Calédonie à une capture optimale de 480 kg/km². En Papouasie-Nouvelle-Guinée, où l'exploitation a été continue entre 1971 et 1981, DALZELL (1984) applique un modèle de Schaefer aux prises de Stolephorus heterolobus et S. devisi et obtient pour la région de la passe Ysabel qui couvre 340 km² une capture optimale de 740 kg/km². Les deux résultats sont du même ordre de grandeur.

De tels stocks peuvent-ils approvisionner une flottille de thoniers canneurs ?

La première question qui se pose est celle des besoins des thoniers en appât vivant. Ils varient suivant le comportement du thon et... celui des pêcheurs. En Papouasie-Nouvelle-Guinée (Anon., 1982c) la moyenne des onze dernières années est de 23 kg de thon par kilogramme d'appât. Aux Salomon (Anon., 1985) le rapport est de 29/1, à Fidji (Anon., 1982d) il est de 40/1. En Nouvelle-Calédonie l'armement Transpêche a obtenu des rapports de l'ordre de 20/1. Ce rapport assez bas s'explique par la durée de conservation de l'appât à bord, les canneurs allant souvent pêcher loin et par l'insuffisance de soin sur certains bateaux, lors de la capture et du chargement de l'appât.

En se basant sur un rapport de 20/1 on pourrait théoriquement avec l'appât de Nouvelle-Calédonie pêcher 50 000 tonnes de thons. Cependant une partie importante de la ressource n'est pas directement accessible, et l'appât ne peut être capturé dans nombre de secteurs. En fait, ces estimations basées sur de nombreuses hypothèses permettent de donner un ordre de grandeur de la ressource qui montre bien que les petits pélagiques des lagons de Nouvelle-Calédonie sont suffisants pour supporter la présence de plusieurs dizaines de canneurs sans risque de destruction des stocks. Par contre, la circulation des poissons dans le lagon étant ralentie par son étroitesse et sa grande longueur, un appauvrissement en appât risque de se produire dans les baies où une exploitation intense serait effectuée. Le déplacement de la pêcherie vers d'autres lieux devrait rétablir la situation en un ou deux ans, voire en quelques mois, par le jeu de la dispersion des adultes et des larves depuis les zones inaccessibles à la pêche.

En Papouasie-Nouvelle-Guinée, où une importante pêcherie d'appât exploitait l'anchois bleu, l'anchois doré et un petit sprat, DALZELL et WANKOWSKI (1980) ont observé un effondrement de la population de la passe Ysabel à la suite d'une exploitation intensive. Après arrêt complet de la pêche, la situation normale s'est rétablie en moins de trois mois.

On peut donc retenir en résumé, qu'au cours de notre étude la pêche est faite principalement de nuit à la lumière avec un bouki-ami, filet de tradition japonaise. De nombreux sites à l'intérieur du lagon, abrités du vent et du clapot, on été visités. Ils peuvent être classés en fonction de la région et de la topographie.

544 pêches ont été réalisées entre mars 1980 et août 1984, et les prises ont été analysées. La variation saisonnière des rendements calculés à partir de sites visités régulièrement montre une nette variation saisonnière. Les captures sont faibles entre août et novembre, et maximales vers mars-avril. La composition des prises varie suivant les sites et les affinités écologiques des espèces et aussi suivant les années montrant nettement une fluctuation interannuelle. Chez les espèces de grande taille et de taille moyenne, on observe généralement l'arrivée des jeunes dans les pêches en décembre, au début de la saison chaude. Les enregistrements réalisés au sondeur tout au long des nuits de pêche apportent de nombreuses informations sur le comportement des espèces et la dynamique de la concentration à la lumière.

En Nouvelle-Calédonie, l'armement thonier Transpêche Nouvelle-Calédonie a pêché de l'appât avec un , puis trois canneurs, d'août 1981 à avril 1983. Ils ont, avec un bouki-ami (plus grand que celui utilisé dans notre étude) obtenu des rendements moyens mensuels variant de 50 à 340 kg d'appât par pêche et une moyenne générale de 101 kg par pêche. Ces rendements sont en général suffisants pour approvisionner un canneur. Par rapport aux autres pays de l'indo-pacifique, la Nouvelle-Calédonie est sur la périphérie de la zone de diversité spécifique maximale des petits pélagiques et le nombre d'espèces rencontré est important. Les quantités capturées sont élevées comme dans l'ensemble des pays de la Mélanésie.

Chapitre IV

RELATIONS ENTRE LES ESPECES ET LE MILIEU

- 1 - Les espèces et les sites
- 2 - Comportement et déplacement du poisson
- 3 - Nutrition des poissons
- 4 - Conclusions

RELATIONS ENTRE LES ESPECES ET LE MILIEU

4.1. LES ESPECES ET LES SITES

4.1.1. METHODES D'ETUDE

4.1.1.1. Généralités

Les analyses d'inertie sont une technique d'étude de la structure d'une matrice de données qui vise à condenser l'information et à faire ressortir les ressemblances et dissimilitudes. Les méthodes de base sont décrites et synthétisées par LEBART et FENELON (1971), LEGENDRE et LEGENDRE (1979), BENZECRI et BENZECRI (1980). Dans leur usage en biologie marine, les apports et limites des différentes méthodes sont discutés dans les travaux de FRONTIER (1974), CHARDY et al. (1976), DESSIER et LAUREC (1978) et tout particulièrement LAUREC (1979).

Ces analyses sont fréquemment employées en écologie où de multiples facteurs du milieu interfèrent avec un nombre généralement élevé d'espèces, et elles permettent de donner une expression objective à des intuitions. En planctonologie elles ont été employées pour décrire et interpréter la structure des écosystèmes (BINET, 1968 ; IBANEZ, 1968 ; BINET et al., 1972 ; DESSIER, 1979). Ces techniques ont aussi été employées avec succès sur des peuplements de poissons démersaux (DOMAIN, 1972, 1980 ; QUINIOU, 1986). L'emploi d'analyses d'inertie sur des peuplements de poissons pélagiques est plus rare. Il est vrai que ces espèces sont très mobiles ou même migratrices et que dans de nombreuses régions un nombre limité d'espèces constitue les peuplements. Dans le lagon de Nouvelle-Calédonie ces techniques ont été employées par BINET (1984) sur les copépodes pour étudier le milieu planctonique, et dans l'étude du benthos par CONAND et CHARDY (1985) et C. CONAND (en préparation) sur les holothuries et DEBENAY (1985) sur les foraminifères.

L'objectif de l'étude réalisée ici est d'estimer les relations entre les espèces et les pêches qui peuvent être regroupées par stations, ou saisons. La base des données est constituée par un tableau bidimensionnel dont l'établissement sera décrit ultérieurement.

Afin de mesurer la distance de ressemblance ou de dissimilitude, les distances euclidiennes sont retenues en raison de la possibilité de représentations planes, perceptibles visuellement, qu'elles offrent. La distance entre stations (i_1, i_2) est :

$$d^2 (i_1, i_2) = \sum_{j=1}^{j_{\max}} (x(i_1, j) - x(i_2, j))^2$$

et la distance entre espèces (j_1, j_2) est :

$$d^2 (j_1, j_2) = \sum_{i=1}^{i_{\max}} (x(j_1, i) - x(j_2, i))^2$$

Plusieurs méthodes peuvent être employées, dont les plus utilisées sont les analyses factorielles des correspondances (AFC) et les analyses en composantes principales (ACP). Ces dernières peuvent être réalisées selon plusieurs modes. Dans un premier temps trois techniques ont été envisagées qui présentent des avantages variables et sont affectées par diverses influences. En se basant sur l'article de CHARDY et al., (1976) elles peuvent se résumer comme suit :

	A C P		A F C
	Covariance entre espèces	Corrélations entre espèces	χ^2
Distances comparées :			
Données :	centrées	centrées et réduites	non standardisées
Poids des points :	égal	égal	inégal
Déplacement de l'origine :	au centre de gravité des espèces	au centre de gravité des espèces	centre de gravité des espèces et des observations
Symétrie variables-observations	non	non	oui
Méthode affectée par :			
- abondance des espèces	oui	non	non
- densité des observations	oui	oui	non

Chaque analyse permet de dégager des axes factoriels un pourcentage de variance. Deux à deux, ces axes définissent des plans factoriels sur lesquels les points observations ou variables se projettent, permettant une analyse visuelle. Leur configuration permet l'interprétation simultanée des liens existant entre observations et variables. L'importance des différents éléments (observations ou variables) est évaluée par leur contribution relative à cet axe.

L'interprétation visuelle sur les graphiques d'un nombre trop important de points, comme par exemple les 273 observations, est difficile. Il est alors possible de calculer et de porter les barycentres de groupes de points correspondant à des regroupements d'observations par station, ou station et saison.

4.1.1.2. Constitution de tableaux bidimensionnels

Les tableaux bidimensionnels initiaux "I max, J max" sont établis à partir des pêches et des espèces capturées.

Les pêches constituent les observations, représentées par les lignes i. Dans ce cas on a appelé pêche, le cumul des coups de filet réalisés pendant une nuit. La plupart du temps, deux opérations de pêche étaient faites en milieu puis en fin de

quit ; parfois cependant en raison de contraintes météorologiques, ou de forts courants, il n'était pas possible de remettre le filet à la mer. Toutefois, la transformation, qui sera faite sur les résultats numériques portés dans les tableaux, réduit considérablement le risque d'influence de cette différence entre les nuits à deux ou à une seule opération de pêche. Au total, 273 nuits de pêche ont été réalisées, donc I max est pour ces analyses égal à 273 pêches.

Les espèces constituent les variables représentées par les colonnes j. Certaines espèces trop rarement présentes ou en nombre trop réduit ne sont pas prises en compte. Au total 20 espèces ont été retenues.

L'intersection d'une ligne i et d'une colonne j présente donc une information sur une espèce au cours d'une pêche. Elle peut être qualitative : présence-absence, ou bien quantitative et peut alors être exprimée en effectifs ou en poids. Ce sont les analyses sur les données quantitatives qui permettent une approche plus fonctionnelle du système qui ont été retenues. Cependant, afin de stabiliser la variance résiduelle liée à l'échantillonnage qui porte sur des poids ou des effectifs variant fortement, les données x ont été transformées en $(\log(x + 1))^2$. Cette transformation écrase les valeurs les plus fortes tout en conservant leur importance aux plus faibles et outre son intérêt statistique, elle correspond approximativement à une échelle de variation des phénomènes biologiques et écologiques.

4.1.1.3. Choix de l'analyse des correspondances

Le tableau 8 permet de comparer les différentes analyses effectuées, en montrant la part de la variance extraite pour les trois premiers axes. Il apparaît que l'analyse en composantes principales sur la matrice des covariances entre espèces, fait ressortir une part sensiblement plus grande de la variance. Ce résultat s'observe aussi bien avec un tableau de données initiales exprimées avec les effectifs qu'avec les poids. Il apparaît cependant, que dans cette analyse le premier axe classe simplement les observations sur un critère quantitatif, pondéral ou numérique selon le tableau initial. De même dans l'analyse en composantes principales sur la matrice des corrélations entre espèces, un des axes, mais le second cette fois, exprime le critère quantitatif.

Dans l'analyse des correspondances, les trois premiers axes expliquent 38 % de la variance si les données sont en effectifs et 35 % si elles le sont en poids. Dans ce type d'analyse, le facteur abondance n'apparaît pas, au moins sur les trois premiers axes. Ainsi, même si apparemment la part de variance extraite est moins importante, l'analyse des correspondances est plus intéressante ici, puisque l'expression du critère quantitatif est inutile.

Tableau 8 : Valeurs propres et part de variance extraite par les trois premiers axes dans les analyses en composantes principales (ACP) et l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Tableau bidimensionnel en effectifs					
		I	II	III	
ACP	Valeurs propres	106	68	46	
Covariances entre variables	%	26	17	11	
ACP	Valeurs propres	3,4	2,9	1,8	
Correlations entre variables	%	17	15	9	
AFC	Valeurs propres	0,35	0,24	0,19	
	%	17	12	9	
Tableau bidimensionnel en poids					
		I	II	III	
ACP	Valeurs propres	199	130	77	
Covariances entre variables	%	25	16	10	
ACP	Valeurs propres	3,3	2,8	1,7	
Correlations entre variables	%	17	14	9	
AFC	Valeurs propres	0,30	0,19	0,16	
	%	16	10	9	

CHARDY et al. (1976) et DOMAIN (1980) avaient déjà noté que l'analyse des correspondances tient moins compte des indices absolus d'abondance des espèces que les analyses en composantes principales. Un autre avantage est de permettre de représenter, ou de concevoir, les points variables et les points observations, ou leurs barycentres, dans un même système d'axes.

En comparant maintenant les contributions des variables aux axes (tableaux 9a et 9b), il apparaît que les résultats obtenus soit avec les effectifs, soit avec les poids sont voisins. Par la suite les analyses seront surtout faites avec les effectifs.

Tableau 9 : Analyse factorielle des correspondances. Espèces dont les contributions relatives aux trois premiers axes sont les plus importantes (liste limitée à une contribution supérieure ou égale à 1').

a) données d'origine en effectif

b) données d'origine en poids

a) EFFECTIFS					
I		II		III	
Espèces	%	Espèces		Espèces	%
St. devisi	23	Sp. delicatulus	37	St. punctifer	41
Sp. delicatulus	15	St. devisi	21	St. heterolobus	38
St. insularis	15	A. sirm	6	A. lacunosus	5
L. bindus	9	Sp. gracilis	6	H. ovalaua	4
Sp. gracilis	9	H. ovalaua	5	A. sirm	3
H. ovalaua	6	St. heterolobus	5	R. kanagurta	2
G. minuta	5	D. russelli	5	D. russelli	2
Dussumieria spp.	4	H. quadrimaculatus	3		
A. sirm	3	R. kanagurta	3		
St. indicus	3	St. insularis	2		
A. lacunosus	2	L. bindus	1		
T. baelama	1	T. baelama	1		
		A. lacunosus	1		
b) POIDS					
I		II		III	
Espèces	%	Espèces		Espèces	%
St. devisi	19	Sp. delicatulus	23	St. heterolobus	37
St. insularis	15	D. russelli	17	St. punctifer	26
Sp. delicatulus	10	H. ovalaua	13	Se. crumenophthal.	10
L. bindus	10	Sp. gracilis	11	Sp. delicatulus	9
G. minuta	9	St. devisi	10	A. clupeoides	5
Sp. gracilis	6	R. kanagurta	13	St. devisi	4
H. ovalaua	6	A. sirm	4	R. kanagurta	2
A. sirm	6	Sc. lysan	4	D. russelli	2
Dussumieria spp.	4	St. punctifer	3	H. ovalaua	2
St. indicus	3	St. insularis	2		
A. lacunosus	3	A. clupeoides	2		
R. kanagurta	3	T. baelama	1		
T. baelama	1				
D. russelli	1				

4.1.2. RESULTATS

4.1.2.1. Configuration des pêches

Les projections des points pêche et des points espèce dans le plan des axes I et II ont été pour plus de clarté dans le dessin, représentées sur deux figures différentes (figure 26 et 29). A la première observation il apparaît que les points sont agencés en forme de V (certains parlent de structure cunéiforme). Les causes générales de cette disposition ont été commentées par BENZECRI et al. (1973) et LAUREC (1979) ; elle traduit l'influence prépondérante d'un facteur du milieu. Dans le cas présent, la représentation sur la figure 26, au moyen de deux types de symboles, des observations faites en quelques lieux situés à l'évidence soit au voisinage des mangroves soit

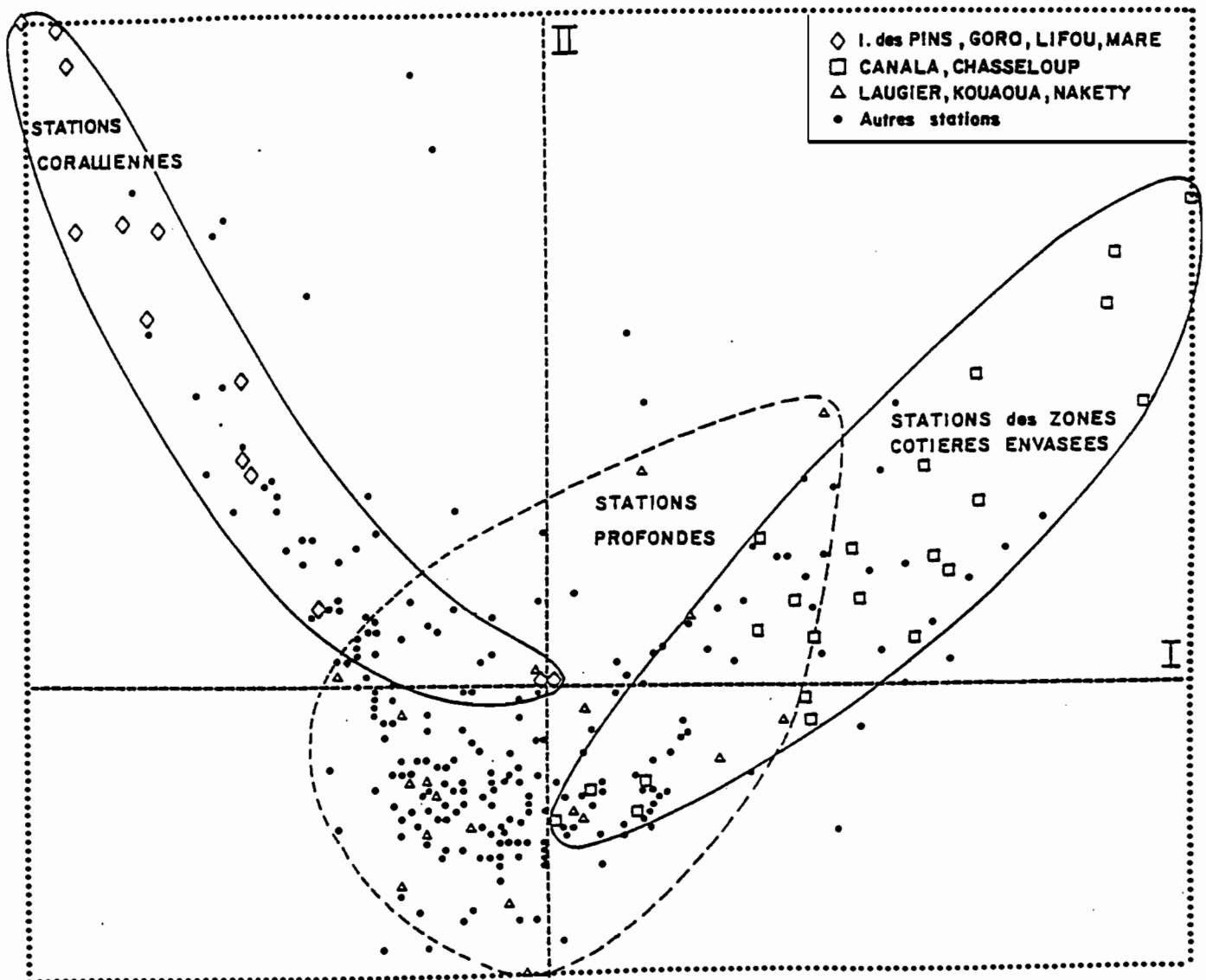


Figure 26. Analyse des correspondances sur les effectifs.
Projection des pêches dans le plan des axes I et II.

des récifs coralliens, montre que l'axe I traduit la nature du fond. En fait, plus que la nature du fond, il montre l'appartenance à deux systèmes qui s'opposent : le milieu corallien avec des fonds durs et des eaux claires où la salinité varie peu et un milieu de baie peu profonde, au contact d'un estuaire ou d'un delta, où les fonds sont vaseux, les eaux turbides et les variations de salinité importantes.

Pour rechercher la signification de l'axe II, les pêches réalisées dans les baies de Kouaoua, Laugier et Nakety ont été pointées sur la figure 26 avec un symbole remarquable. Ces baies ont des caractères communs : elles sont profondes (*), et les milieux coralliens comme la mangrove y sont réduits. La plupart des points du plan I - II représentatifs de ces pêches ont une ordonnée négative ou voisine de 0. L'axe II aurait donc une signification bathymétrique opposant les stations influencées par les milieux littoraux, qu'ils soient coralliens ou envasés, à celles des zones plus profondes du centre des baies. BINET (1984) a aussi noté une différence dans le peuplement planctonique entre les baies peu profondes et les baies profondes.

Des essais de classification objectives des pêches ont été tentés. Les méthodes des nuées dynamiques de DIDAY (1971) et des hiérarchies de Roux ont été employées mais les résultats se sont révélés décevants. Il est bien certain que la mobilité des poissons pélagiques entraîne des variations importantes d'une pêche à l'autre, et si certaines stations ont un caractère écologique bien marqué et constant, d'autres sont soumises à des influences variables.

Une douzaine de stations ont été visitées régulièrement et le barycentre de l'ensemble des pêches réalisées à chacune d'entre elles a été calculé et porté dans le plan des axes I et II (figure. 27). Les contributions des barycentres aux trois premiers axes sont indiquées dans le tableau 10. Canala, Népoui, Chasseloup et Harcourt apparaissent comme des sites où l'influence des vases côtières et des mangroves est prépondérante. A l'inverse, les pêches faites aux stations de l'Ile des Pins, Goro, Lifou, Maré, aux îlots de Touho, à Prony, Thio et Kuakué indiquent une affinité corallienne marquée.

Pour les stations visitées un assez grand nombre de fois, les barycentres des observations de saison chaude (décembre à mai) et de celles de saison froide (juin à novembre) ont été calculés séparément et sont présentés par la figure 28. Sur sept des huit stations étudiées, un déplacement du barycentre en saison froide, vers des valeurs plus élevées sur l'axe II est observé. Ceci paraît indiquer une extension en cette

(*) Le terme de profond doit s'entendre dans le contexte du lagon de Nouvelle-Calédonie. Sur la côte Ouest la profondeur dépasse rarement 30 m et sur la côte Est et dans le Sud elle est le plus souvent de 40 m atteignant parfois 70 m.

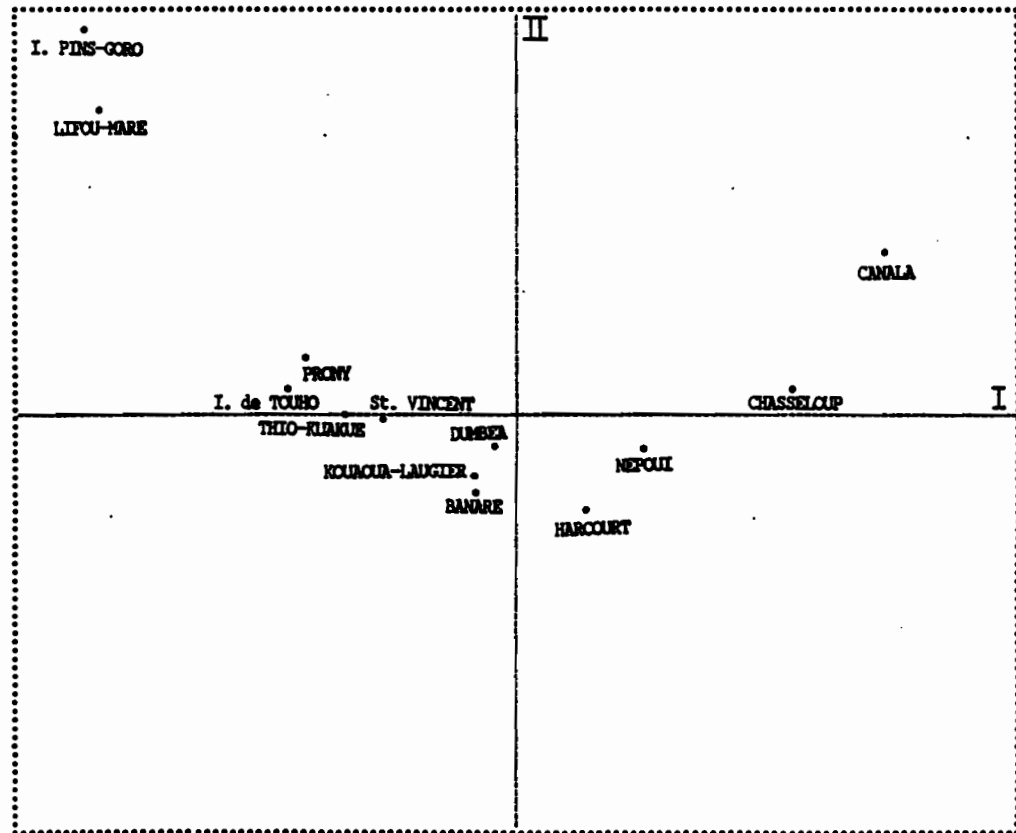


Figure 27. Analyse des correspondances sur les effectifs.
Barycentres des stations visitées régulièrement.

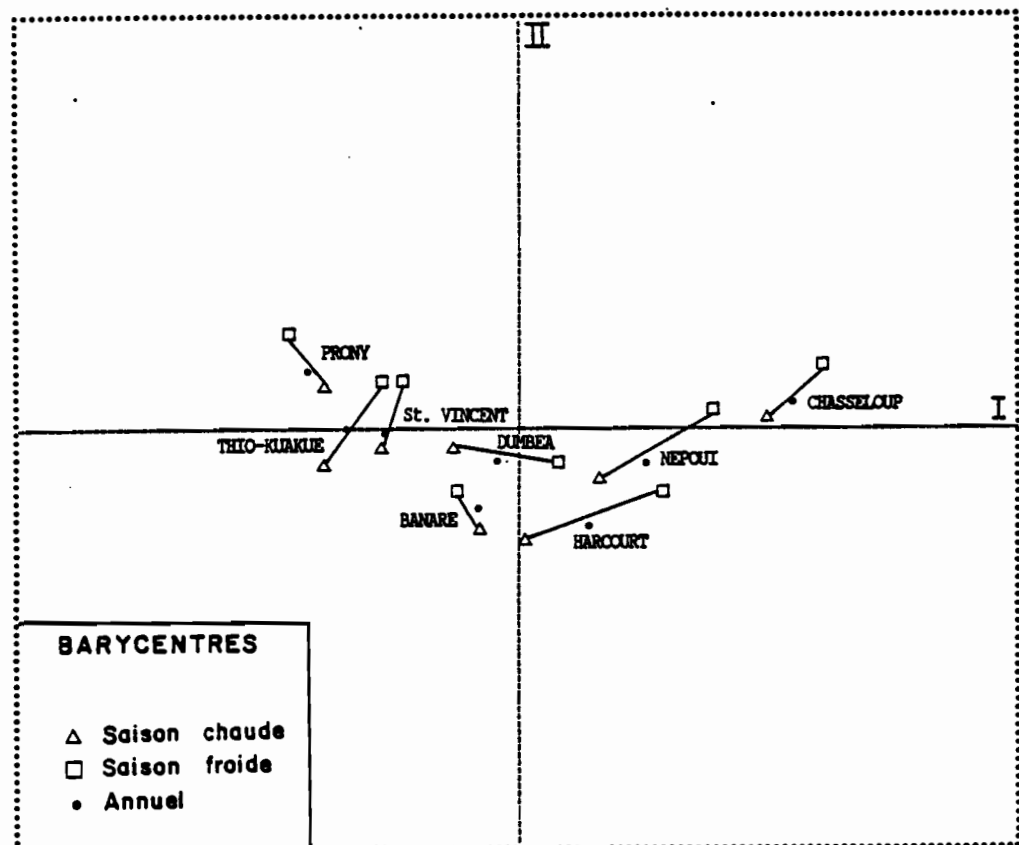


Figure 28. Analyse des correspondances sur les effectifs.
Déplacement saisonnier des barycentres.

saison des peuplements littoraux vers des zones plus profondes du lagon qui inversement en saison chaude iraient dans des zones très côtières. Les observations sur la répartition saisonnière (Cf 4.2.4.2.) montreront aussi ce phénomène.

4.1.2.2. Configuration des espèces

La représentation des points espèces dans le plan des axes I et II (figure 29) fait ressortir les trois affinités apparues dans la configuration des pêches : milieux coralliens, côtiers vaseux et profonds.

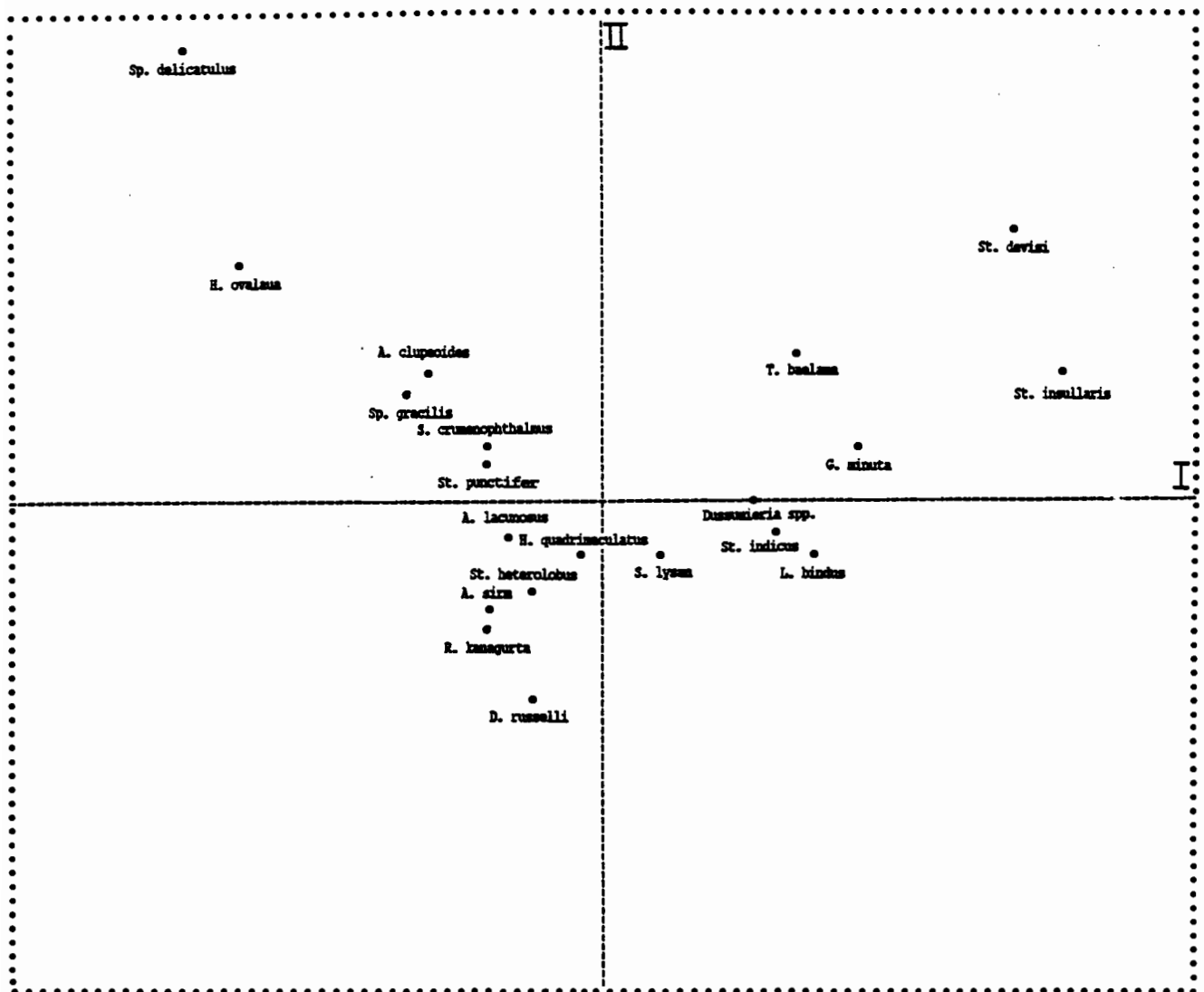


Figure 29. Analyse des correspondances sur les effectifs.
Projection des espèces dans le plan des axes I et II.

Tableau 10 : Analyse factorielle des correspondances (sur les effectifs). Contribution relative des barycentres aux trois premiers axes (liste limitée à une contribution supérieure ou égale à 1).

I		II		III	
Stations	%	Stations	%	Stations	%
Canala	14	I. des Pins - Goro	19	Kouaoua - Laugier	8
Chasseloup	14	Canala	6	Népoui	3
I. des Pins - Goro	11	Harcourt	3	I. de Touho	1
Prony	5	Banaré	2	I. des Pins - Goro	1
Thio - Kuakue	3	Lifou - Maré	2		
St Vincent	3				
Népoui	2				
I. de Touho	2				
Lifou - Maré	2				

Comme le signale LAUREC (1979), il est intéressant de combiner plusieurs méthodes mathématiques pour analyser un tableau bidimensionnel. Ainsi une classification ascendante hiérarchique des distances euclidiennes établie avec le programme proposé par JAMBU (1981) permet d'établir un dendrogramme (figure 30), à partir des coordonnées des points espèces sur les cinq premiers axes qui expliquent 52 % de la variance. Six classes apparaissent alors.

La première comprend H. quadrimaculatus, A. lacunosus, S. heterolobus et S. lysan. Ces espèces se rencontrent fréquemment dans les pêches et dans des habitats très variés. Les sardines et les prêtres s'observent aussi à la côte, où elles peuvent être capturées à l'épervier. Dans le plan des axes I et II ces espèces se trouvent dans une position centrale avec toutes cependant, une ordonnée négative.

La seconde classe proche de la précédente dans le dendrogramme, comme dans le plan des axes I et II, est constituée par A. sirm, S. crumenophthalmus, R. kanagurta et D. russelli. Ces espèces ont une affinité pour les zones profondes du lagon, comme les baies de la côte Est. On peut remarquer aussi que ces quatre espèces sont de grande taille, en comparaison de la majorité des autres espèces. Il s'agit probablement de poissons plus typiquement pélagiques.

Les deux classes suivantes sont formées par Dussumieria spp., S. indicus, G. minuta, L. bindus, S. insularis d'une part, et T. baelama et S. devisi d'autre part. Nous avons regroupé ces deux classes qui nous paraissent très voisines. Toutes ces espèces sont liées aux zones envasées peu profondes où pousse la mangrove.

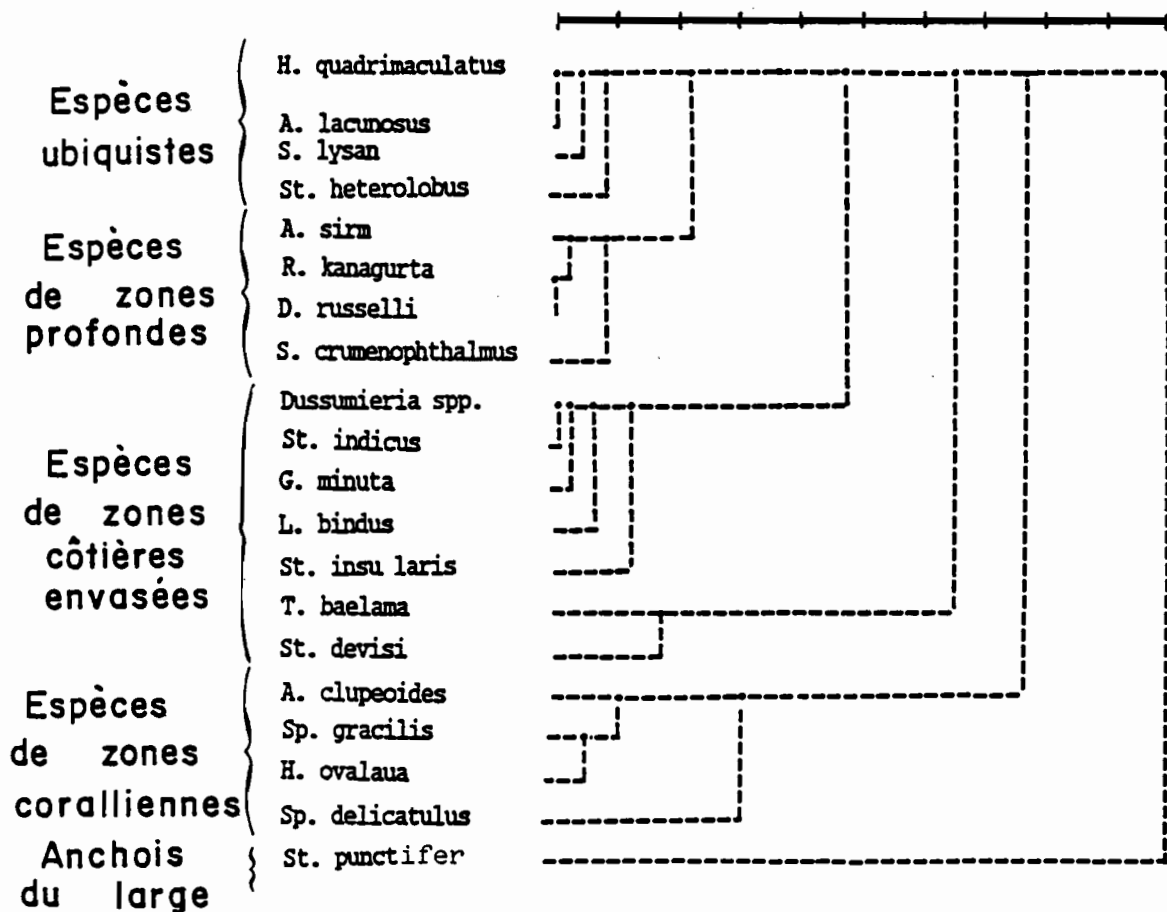


Figure 30. Représentation de la classification hiérarchique des espèces.

H. ovalaua, S. delicatulus, S. gracilis et A. clupeioides forment un ensemble associé aux milieux typiquement coralliens influencés par les eaux du large, claires et à salinité stable.

Enfin l'anchois du large, S. punctifer, constitue une classe à part. De fait cette espèce est bien particulière : c'est le seul petit pélagique du lagon qui peut s'observer en quantité significative à l'extérieur de la barrière récifale, parfois même très au large, où il forme des bancs importants.

Ces cinq groupes d'espèces qui ne ressortaient pas clairement dans le plan des I - II de l'analyse des correspondances sur les effectifs, apparaissent par contre nettement dans une analyse sur les poids (figure 31).

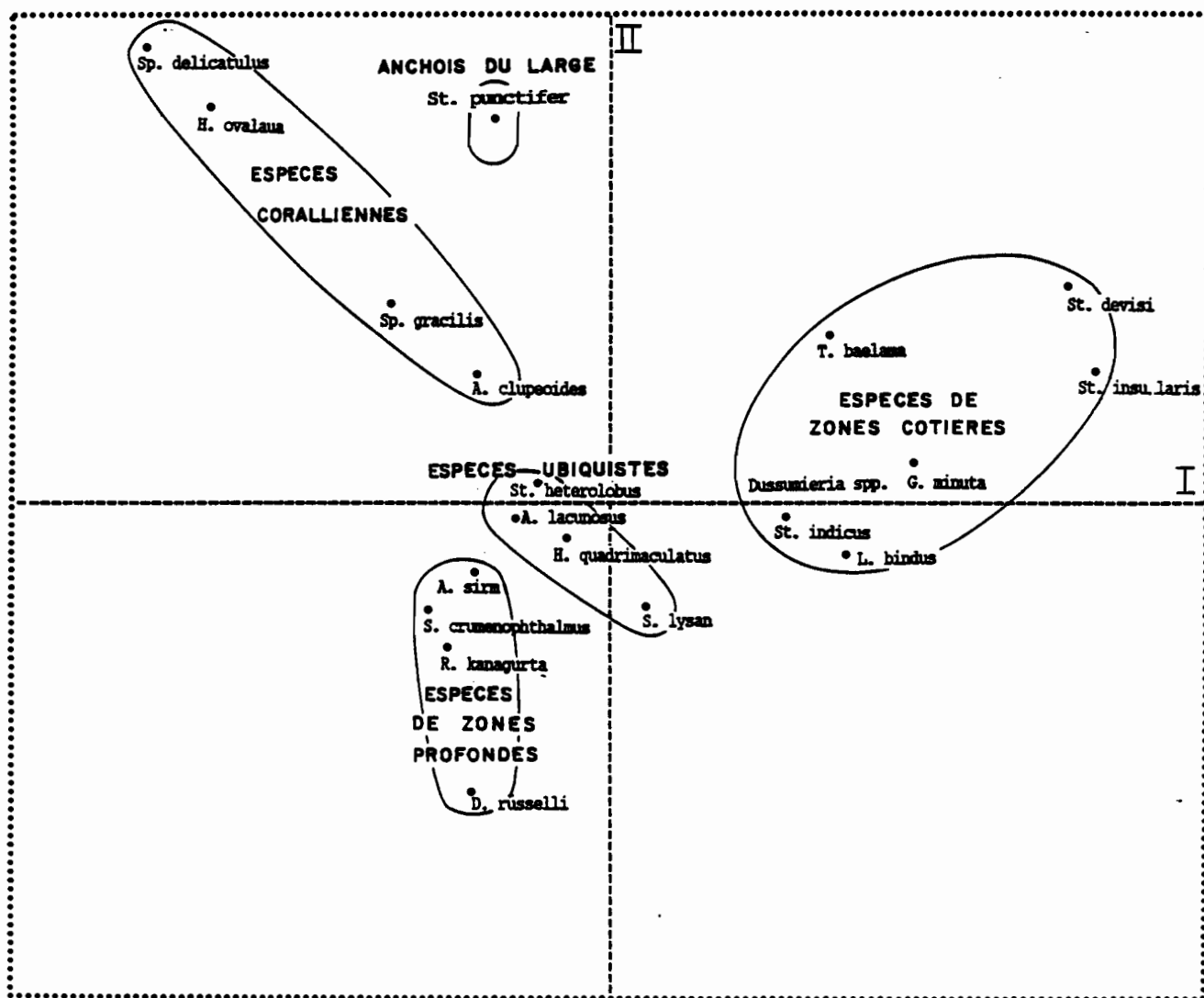


Figure 31. Analyse des correspondances sur les poids.
Projection des espèces dans le plan des axes I et II.

4.2. DISTRIBUTION SPATIALE DES POISSONS

La distribution spatiale des poissons peut être envisagée sous divers aspects et à divers niveaux.

Il peut s'agir de la **distribution** relative des individus et de leur dispersion ou de leur concentration, en bancs.

Il s'agit aussi de leur distribution dans l'espace du milieu où ils vivent, dans la dimension verticale ou dans la dimension horizontale, cette dernière envisagée en particulier dans l'opposition entre le fond des baies ou les zones littorales et le centre des baies ou le chenal du lagon. Pour ces distributions verticales ou horizontales on préférera employer le mot **répartition**.

Ces distributions^⑤ ou répartitions s'analysent en fonction de la variable temps, prise à l'échelle journalière ou à l'échelle annuelle.

4.2.1. METHODE D'ETUDE

Deux campagnes de prospection acoustique de 15 jours ont été réalisées dans le lagon autour de la Nouvelle-Calédonie. Des observations ont été effectuées dans une douzaine de baies où sont régulièrement faites les pêches de petits pélagiques, et par ailleurs au cours des transits à l'intérieur du lagon lorsque les conditions de navigabilité et les impératifs d'horaire le permettaient. La figure 32 indique les zones qui ont été prospectées. Les campagnes ont eu lieu, l'une en octobre 1982 et l'autre en avril 1983. Les deux époques correspondent à peu près à des situations extrêmes. En octobre, la température de l'eau est minimale, ou bien l'on assiste au début du réchauffement et la salinité est la plus forte ; les rendements des pêches sont très faibles ; de nombreuses espèces sont à un stade de pré ponte. En avril, la température de la mer commence à diminuer et la salinité est au plus bas ; les rendements des pêches sont élevés ; beaucoup d'espèces ont cessé de se reproduire.

Une vedette d'une douzaine de mètres à faible tirant d'eau a été employée pour des prospections acoustiques faites au cours de trajets diurnes et nocturnes. Simultanément, des pêches avaient lieu chaque nuit dans les baies aux sites habituels. L'échoprospection était faite avec un sondeur SIMRAD EY-M (70 KHz) relié à une base remorquée sur un bord de l'embarcation à une profondeur d'environ 80 cm. L'analyse des échos était assurée par un intégrateur digital AGENOR. Les détails des techniques acoustiques et des calibrations sont donnés dans le rapport de PETIT et LE PHILIPPE (1983), qui a fourni également une part importante de l'information présentée ci-dessous.

L'échointégration est une technique souvent employée et bien rodée pour des études sur des plateaux continentaux mais qui n'avait pas été utilisée en milieu lagonaire et

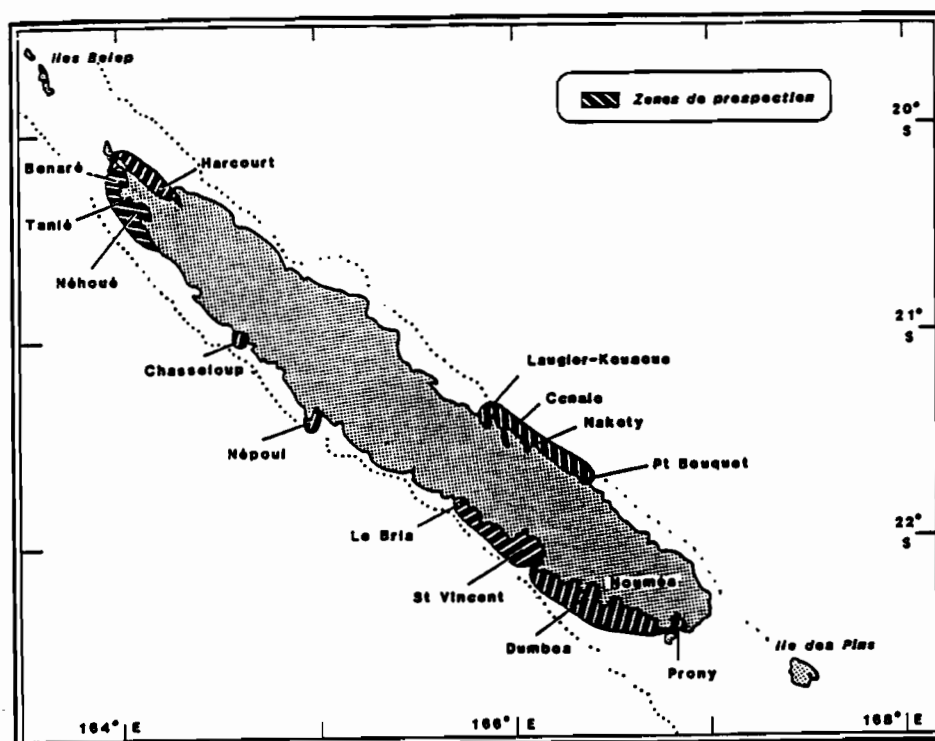


Figure 32. Zone où des prospections acoustiques ont été réalisées

récifal. Dans ce type de milieux son emploi se heurte à de multiples difficultés. De nombreuses zones peu profondes ou parsemées de pâtés coralliens ne sont pas accessibles à l'observation alors qu'elles constituent justement des habitats particuliers, où à certains moments le poisson semble se concentrer; l'échoprospection nocturne, importante car elle permet une observation au moment où les bancs sont dispersés, est limitée par les difficultés de navigation dans les zones récifales, comportant de nombreux hauts fonds.

Le but principal de ces campagnes était une estimation quantitative des stocks et elles ont été conçues dans cette optique, elles ont permis cependant de fournir des informations intéressantes sur la distribution et le comportement des poissons.

4.2.2. DISTRIBUTION DES INDIVIDUS

4.2.2.1. Distribution nycthémérale

Un phénomène de comportement assez général chez les poissons pélagiques est le regroupement en bancs pendant le jour et la dispersion la nuit. Les observations faites par de très nombreux auteurs ont été résumées par WOODHEAD (1966). A ce type de comportement, dépendant entre autres de la vision, sont liées l'attraction du poisson la nuit par la lumière (VERHEIJEN, 1958) et la formation du banc autour du lamparo.

Les peuplements de poissons pélagiques du lagon suivent cette règle : en général le poisson est concentré en banc le jour ; la nuit les bancs se dispersent le plus souvent. Cependant, ce phénomène peut n'être que partiel et il est possible d'observer une situation intermédiaire où la désagrégation nocturne n'est pas totale. Plusieurs études résumées par WOODHEAD (1966) ont montré que les bancs de petits pélagiques pouvaient se maintenir la nuit en particulier au moment de la ponte. Nous n'avons pas constaté la présence de tels phénomènes, mais les observations n'ont pas eu lieu au coeur de la saison de reproduction.

4.2.2.2. Les bancs

Un banc peut être défini par sa forme, sa dimension, sa masse, sa densité et aussi par l'espèce ou les espèces qui le composent ainsi que la taille des individus.

Deux formes de bancs ont été observées avec le sondeur. Les uns apparaissent compacts en forme de boule, où de stalagmite et suggèrent des poissons fortement concentrés, se déplaçant peu ou tournant sur eux-même (comportement analogue à celui des poissons dans la zone d'attraction du lamparo). Les autres se présentent sous forme de ruban ou de couche plus ou moins continue, qui pourrait correspondre à des concentrations en déplacement rapide.

La taille des bancs est variable, et les petites concentrations de masse évaluée à moins de 10 kg, que l'on peut hésiter à appeler bancs, sont très nombreuses. La figure 33 montre que la fréquence, par classe pondérale, diminue régulièrement avec l'augmentation de masse des bancs. Les bancs les plus importants observés au cours des deux campagnes de prospection acoustique n'excédaient pas 6 tonnes, ce qui est une quantité très modeste pour un banc de petits pélagiques. En effet, ceux-ci forment en général de très grosses concentrations. HEWITT et al. (1976) notent que sur l'anchois de Californie les bancs ont en moyenne une biomasse de 10 tonnes mais peuvent parfois dépasser la centaine de tonnes. FREON (1986) montre que la prise moyenne par calée des sardiniers dakarois se situe entre 10 et 15 tonnes, et MARCHAL (comm. pers.) a observé que parfois celles-ci dépassent 50 tonnes. Dans les mers froides les bancs atteignent semble-t-il des biomasses encore plus considérables. OLSEN (comm. pers.) signale en mer de Norvège, des captures de 2 000 tonnes sur un banc de capelans (Mallotus villosus), de 1.500 tonnes sur des harengs et des estimations de bancs de ces espèces atteignant 100 000 tonnes.

La petite taille des bancs semble être un caractère particulier soit des espèces de région corallienne soit du lagon de Nouvelle-Calédonie, mais ce fait n'est pas surprenant. Bien que le lagon néo-calédonien ait une superficie totale importante, il est extrêmement cloisonné par le système des récifs et chaque baie conserve une certaine autonomie dans son peuplement. La superficie de ces baies n'est pas très grande et

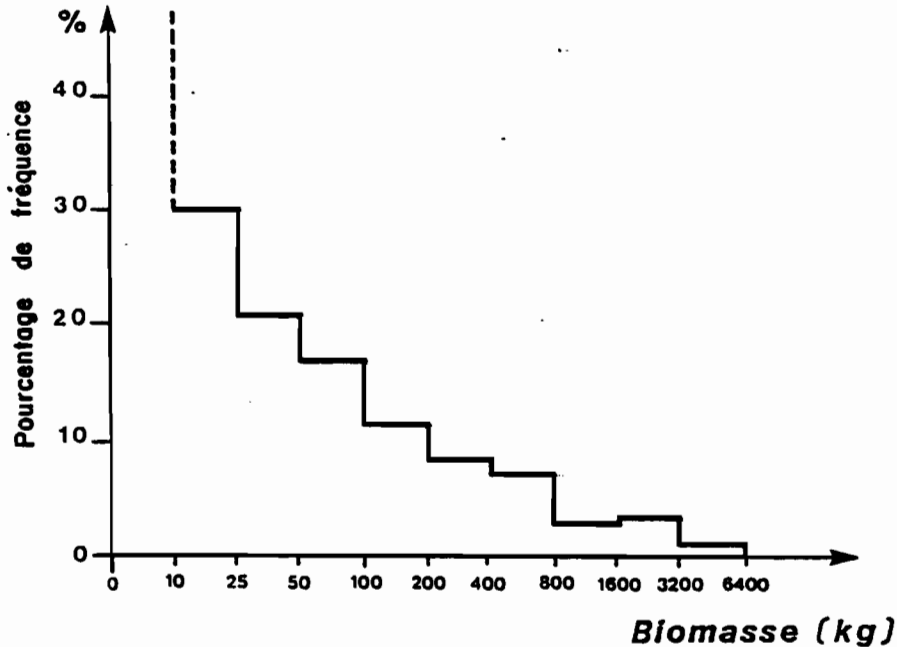


Figure 33. Distribution de la fréquence de biomasse des bancs de plus de 10 kg, au cours de la campagne de prospection acoustique d'avril 1983 (adapté de Petit et Le Philippe, 1983)

la biomasse de poissons pélagiques modeste. Sa valeur estimée dans un certain nombre de baies par PETIT et LE PHILIPPE (1983) est généralement de quelques dizaines de tonnes et dépasse rarement les 100 tonnes. Il n'est donc pas étonnant que la taille des bancs soit elle aussi, faible.

La composition des bancs peut être monospécifique ou plurispécifique, la taille des individus étant le facteur primordial dans le phénomène de concentration.

4.2.3. REPARTITION VERTICALE

L'échointégrateur utilisé permettait pour l'analyse numérique des signaux réfléchis de découper la colonne d'eau prospectée en un grand nombre de couches. Celles-ci ont été fixées par tranches de 5 mètres sauf la première qui allait de 3 à 5 m.

Les déplacements verticaux nycthéméraux apparaissent très nettement dès que la profondeur des baies est suffisante (figure 34a). De jour, le maximum de biomasse est localisée entre 10 et 20 m, il remonte dans les dix premiers mètres la nuit.

La lumière du lamparo utilisé pour la pêche entraîne un comportement diurne chez les poissons qui, dans la zone éclairée, descendent (figure 34b). La réaction inverse est utilisée pendant les pêches quand l'intensité lumineuse est

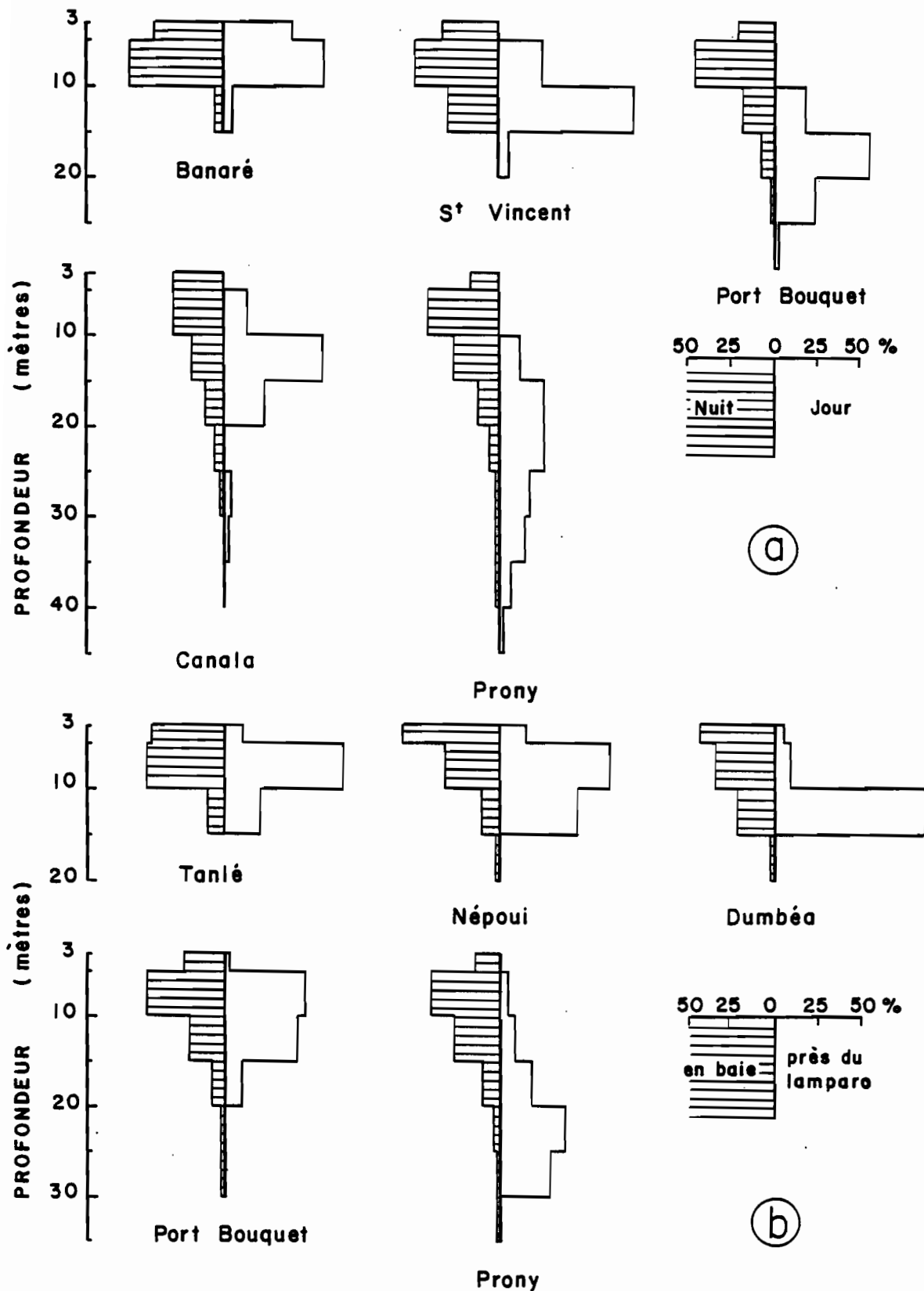


Figure 34. Répartitions verticales moyennes des densités de poissons en fonction de la profondeur.
a) densités diurnes et nocturnes
b) densité nocturne dans la baie et au voisinage du lamparo (adapté de Petit et Le Philippe, 1983)

progressivement réduite afin de faire remonter le banc. Les différences de comportement observées au cours de cette manoeuvre, tout au long des campagnes, montrent que les espèces ont des sensibilités variables. Les anchois par exemple restent à la base du banc et remontent beaucoup plus lentement que les autres espèces.

4.2.4. REPARTITION HORIZONTALE

4.2.4.1. Déplacements journaliers

En général, deux parcours de prospection étaient réalisés dans une même baie, l'un de jour au cours de l'après-midi et l'autre après 21 h. Le trait principal des couples d'images obtenus est un important changement de répartition qui indique une forte mobilité des peuplements. Si une règle générale sur ces déplacements ne peut être établie, il se dégage cependant une tendance à la localisation des concentrations dans le fond des baies ou sur le bord des côtes le jour et une dispersion du poisson dans l'ensemble de la baie la nuit. La figure 35 illustre une telle situation. On observe aussi parfois la nuit une densité importante de poissons dispersés à l'entrée de la baie, mais il n'a pas été possible toutefois de déterminer si ces poissons provenaient du fond de la baie ou à l'inverse de la partie centrale du lagon.

De jour, certaines espèces, comme par exemple les sardines et les prêtres ont un comportement démersal et viennent se nourrir sur les platiers coralliens des récifs frangeants qui se trouvent le long des côtes, le long du récif barrière, ou au voisinage des îlots. Au cours d'un vol par avion à basse altitude et de promenades sur le haut de falaises surplombant des récifs frangeants, il m'a été possible d'observer des bancs dans une couche d'eau de quelques dizaines de centimètres. Leur comportement était celui d'animaux grégaires se déplaçant lentement en fonction vraisemblablement de ce qui pouvait être mangé. Pendant une plongée libre, j'ai eu aussi la chance de "séjourner" une dizaine de minutes au milieu d'un banc mixte de sardines et de prêtres sur un platier dans une couche d'eau de 50 cm environ. Les poissons se déplaçaient faiblement. Il est vraisemblable que ces bancs quittent ces endroits la nuit en se dispersant.

4.2.4.2. Déplacements saisonniers

Les résultats des pêches réalisées au cours des 3 années de l'étude, de même que les observations des deux campagnes de prospection acoustique ne montrent pas de déplacements saisonniers suivant un axe parallèle à la direction générale des côtes qui ont une orientation nord-ouest sud-est. Plusieurs causes expliquent ceci. Il n'y a pas de gradient important entre le nord et le sud du lagon et ni la température ni la salinité ne sont très différentes. On n'observe pas dans

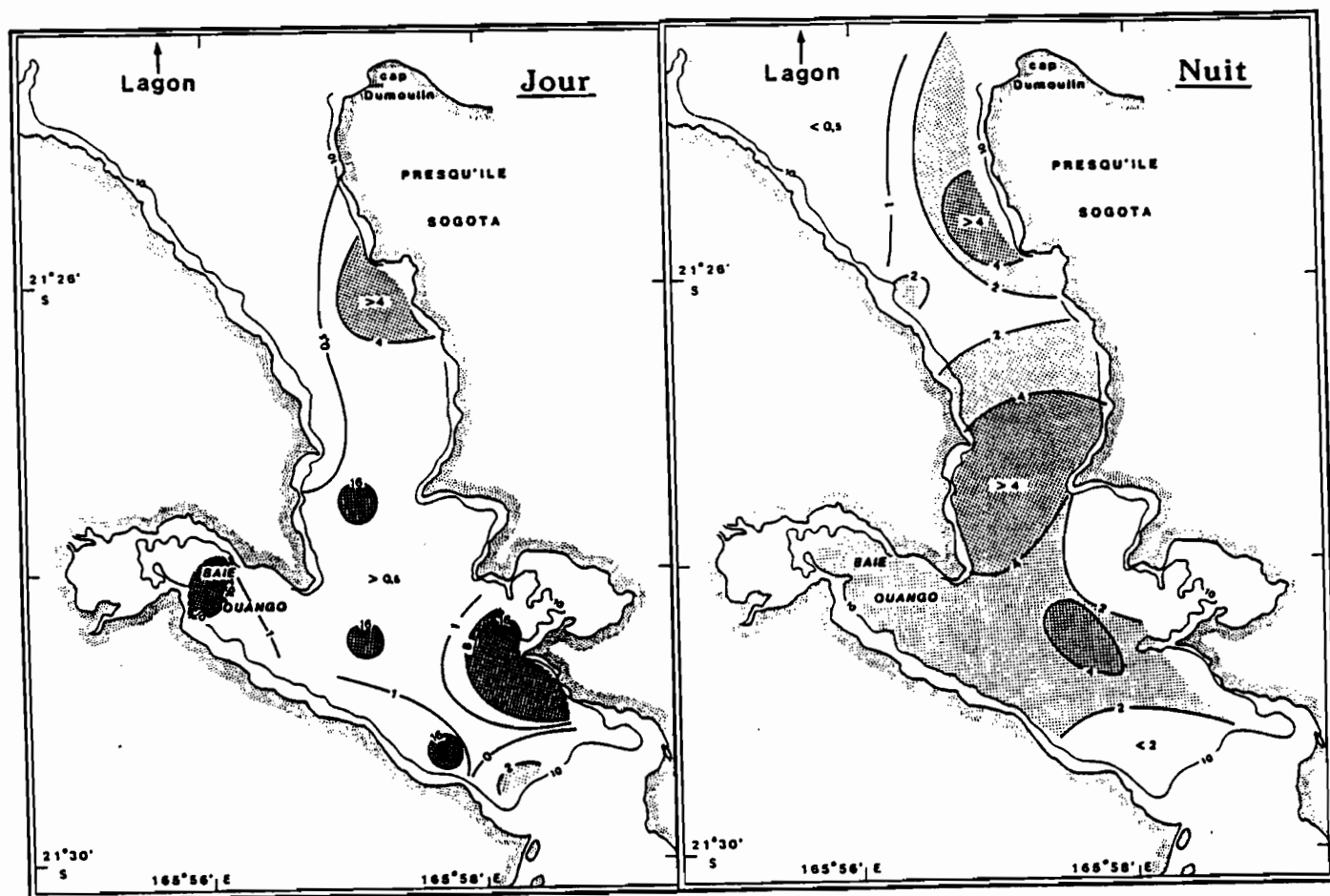


Figure 35. Carte de répartition diurne et nocturne de la biomasse en baie de Canala en avril 1983 ; échelle des isoplèthes en tonnes/km² (d'après Petit et Le Philippe, 1983).

le lagon, comme dans le milieu océanique, de grand balancement saisonnier des masses d'eau. Enfin, l'étirement du lagon sur plusieurs centaines de kilomètres contrastant avec sa faible largeur et parfois une semi-interruption (Bourail sur la côte Ouest, Ouaième, Touho, Goro sur la côte Est) font qu'il n'y a pas un ensemble hydrologique du lagon de Nouvelle-Calédonie, mais une série de bassins lagunaires nettement autonomes.

A l'inverse, les gradients hydrologiques (salinité, turbidité, apports terrigènes) s'observent suivant l'axe côte-large ou plus précisément grand récif-fond de baie. C'est dans ce sens qu'ont lieu les variations saisonnières et que l'on peut voir se déplacer les populations de poissons.

Les prospections acoustiques ont montré qu'il y avait d'une manière générale une concordance entre la richesse ou la pauvreté d'une baie et celle du chenal de lagon voisin. En octobre 1982, les baies comme le lagon sont pauvres et la répartition du poisson est à peu près homogène entre les

baies et le lagon. On rencontre en particulier quelques bancs au voisinage du grand récif et des passes. En avril 1983, la tendance générale est très nettement à une plus grande richesse. Celle-ci s'observe surtout au niveau des baies et en particulier dans la zone d'ouverture de baies sur le chenal du lagon. A l'inverse, les bancs sont rares à proximité du grand récif et des passes. Ces observations confirment ce qui avait été observé sur le déplacement saisonnier des barycentres de l'analyse des correspondances.

Des prospections plus régulières au cours de l'année, même dans une région restreinte, permettraient de vérifier si les populations de petits pélagiques avec une tendance au comportement catadrome, fréquent chez les clupeiformes, se rapprochent des fonds de baies et des fleuves côtiers au moment de la reproduction et du développement juvénile.

4.3. NUTRITION DES POISSONS

La nutrition est une fonction biologique fondamentale des êtres vivants. Son étude peut apporter de nombreuses informations sur la biologie des espèces puisqu'elle conditionne en grande partie la croissance, la reproduction et la mortalité. Elle renseigne aussi sur l'écologie des espèces et leurs relations avec le milieu. C'est dans cette optique que nous avons réalisé quelques observations.

4.3.1. METHODES D'ETUDE

A la suite des pêches au lamparo et au bouki ami le tube digestif d'un certain nombre de poissons a été prélevé et placé dans un pilulier avec du formol. Par ailleurs, peu de temps après la pêche un trait vertical de plancton était réalisé avec un filet standard WP2. Ultérieurement au laboratoire, les contenus stomacaux de 5 individus de chaque espèce étudiée, étaient analysés et des comptages des organismes appartenant à une douzaine de taxons, les plus fréquemment rencontrés, étaient fait. De même, le plancton a été trié en comptant, dans la récolte, les organismes par taxons.

On peut tout de suite voir un biais important dans la méthode de travail. La lumière n'agit pas seulement sur les poissons mais aussi sur les organismes de petite taille du plancton et le lamparo concentre fortement ceux-ci. Lorsque les poissons sont dans le champ lumineux, ils se nourrissent activement et d'ailleurs la plupart des estomacs analysés avaient un très fort taux de réplétion. Dans une telle situation, la composition du bol alimentaire est donc un reflet du plancton attiré par le lamparo. Une meilleure information serait donnée par des individus provenant de bancs formés naturellement. De tels bancs se rencontrent de jour, mais en pleine eau ils sont peu nombreux, difficiles à localiser et nos moyens de pêche ne permettent pas de réaliser des captures. Ils se forment également sur les récifs et le long des côtes et peuvent être pêchés à pied à l'épervier. Nous n'avons cependant pas analysé les estomacs de ces poissons qui à l'évidence se nourrissent sur le fond à ce moment là.

4.3.2. RESULTATS

Dans la majorité des cas, les estomacs étaient de moyennement pleins à très pleins et la digestion, de faiblement avancée à moyennement avancée. Ces observations générales indiquent que les poissons se nourrissent activement pendant la phase de concentration à la lumière.

Les résultats des comptages réalisés au cours de 3 séries d'observations sont présentés dans le tableau 11. Les données sont trop peu nombreuses et trop fragmentaires pour faire une analyse détaillée et approfondie. Quelques traits apparaissent cependant.

Les amphipodes, euphausiacés, mysidacés et décapodes sont plus abondants dans les estomacs que dans le plancton, alors que l'inverse s'observe pour les copepodes qui sont moins nombreux dans les estomacs. On peut interpréter ceci comme une indication que les sardines, les prêtres et les deux espèces d'anchois étudiés ici ont un comportement de nutrition actif et choisissent leurs proies. Les organismes de plus grande taille comme les euphausiacés, les amphipodes sont préférés aux copepodes plus petits et moins nutritifs. Ce même comportement de prédation sélective a déjà été noté lorsque les sardines et les prêtres forment des bancs sur les petits fonds du littoral et s'y nourrissent. Les *Dussumieria* seraient par contre des filtreurs beaucoup plus passifs et non des chasseurs.

Un phénomène analogue s'observe pour les chaetognathes et les appendiculaires qui sont abondants dans certaines pêches et rares dans les estomacs. Les appendiculaires sont extrêmement fragiles et il est vraisemblable qu'ils se dégradent et deviennent méconnaissables dès l'ingestion. Les chaetognathes sont par contre robustes, mais probablement peu attractifs avec leurs gros crochets chitineux et un corps très hyalin.

Les études sur la nutrition n'ont constitué qu'une part très minime du travail entrepris sur les petits pélagiques et les résultats sont donc modestes. Deux points sont malgré tout intéressants à souligner.

- Le lamparo agit entre autres sur le comportement trophique du poisson.

- Certaines espèces comme les sardines et les prêtres ont un comportement de prédateur sélectionnant leurs proies planctoniques ou benthiques. D'autres comme les *Dussumieria* caractéristiques des baies évasées à mangrove sont des planctonophages filtreurs.

Tableau 11 - Taux de représentation des principaux taxons, par rapport au contenu total de l'estomac ou à l'ensemble de la pêche de plancton.

	Observation 13.09.80			Observation 02.09.80			Observation 04.09.80		
	A.l.	H.q.	Planc	H.q	D.sp	Planc	S.ins.	S.ind.	Planc
Ostracodes	2	13	1	0	0	4	1	0	0
Copepodes	34	42	67	7	40	41	8	7	48
Brachioures	6	4	3	16	4	4	13	8	10
Décapodes	3	23	5	33	46	3	46	56	4
Euphausiacés	12	14	6	0	0	0	0	0	0
Amphipodes	34	1	1	25	3	1	4	23	1
Isopodes	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysidacés	0	1	0	17	0	2	0	2	0
Stomatopodes	0	0	0	0	0	0	5	5	0
Appendiculaires	0	0	11	0	1	40	0	0	15
Chaetognathes	1	1	5	0	1	2	0	0	19
Gasteropodes	0	0	1	0	0	1	1	0	1
Poissons o. et l	4	0	0	0	2	0	21	0	0

A.l. = A. lacunosus ; S. ins. = S. insularis ; H. q. = H. quadrimaculatus ;
S. ind. = S. indicus ; D. sp. = Dussumieria sp. ; Planc. = plancton.

4.4. CONCLUSION

L'étude des relations entre les espèces et le milieu a montré que le domaine pélagique du lagon de Nouvelle-Calédonie se différenciait en fonction de deux gradients. La nature du fond sépare les zones coralliennes des milieux envasés. La profondeur oppose les régions littorales ou voisines des structures émergées, aux zones profondes des baies ou du chenal du lagon. A ces milieux sont associés des groupes d'espèces qui en sont plus ou moins caractéristiques. Les poissons pélagiques cependant, ne paraissent sensibles à la nature du fond que dans les zones peu profondes au voisinage des côtes ou des récifs. Quelques espèces enfin sont tout à fait ubiquistes.

Sans que cela constitue une règle, il semble que les espèces des zones côtières soient souvent de très petite taille, alors que les espèces caractéristiques des régions plus profondes sont de taille moyenne.

Les poissons pélagiques ont en général un comportement grégaire et ce fait se vérifie aussi en Nouvelle-Calédonie où de jour les poissons sont le plus souvent concentrés en bancs. Cependant, ils sont généralement de taille réduite, ce qui pourrait être expliqué par le fractionnement des peuplements en très petites sous-populations. La diversité du milieu, la taille réduite des baies, les coupures qui existent en certains endroits du lagon et la prédominance des gradients côte-grand récif semblent être des explications satisfaisantes, de cette autonomie des peuplements de chaque baie qui était déjà apparue dans l'étude de la pêche (cf. 3.2.3., 3.2.4.).

Il n'existe pas, dans le lagon néo-calédonien de grand déplacement saisonnier des masses d'eau et des peuplements, suivant un axe parallèle à la direction générale des côtes, comme cela s'observe dans de nombreuses régions. Par contre des gradients et des déplacements des populations existent dans le sens côte-large. Pendant la saison chaude qui est aussi le moment où les précipitations sont les plus abondantes, l'influence des eaux continentales s'étend et la salinité diminue tout particulièrement dans le fond des baies. C'est à cette période que les peuplements occupent les régions les plus côtières. A l'inverse, en saison froide ils retournent dans les zones plus profondes. Si l'on cherche à relier ces déplacements aux cycles de reproduction et de vie, on remarque qu'un bon nombre d'espèces étudiées ici, mûrissent pendant la saison froide et pondent lorsque les eaux se réchauffent. Chez plusieurs espèces de Clupéides d'autres régions, ("menhaden" Brevoortia tyrannus, NELSON et al., 1977 ; sardinelle Sardinella aurita, CONAND, 1977) il a été noté qu'après la ponte, les juvéniles se regroupaient dans des zones côtières ou estuariennes. Un tel comportement pourrait s'observer ici, mais il conviendrait de préciser les observations pour étayer cette hypothèse.

Chapitre V

BIOLOGIE DES ESPECES

- 1 - Méthodes d'étude
- 2 - Les espèces à cycle biologique court -
Résultats
- 3 - Les espèces à cycle biologique annuel -
Résultats
- 4 - Discussion

BIOLOGIE DES ESPECES

Une vingtaine d'espèces de petits pélagiques a été capturée de façon suffisamment fréquente pour qu'il soit possible d'étudier leur biologie. La quantité d'information recueillie sur chaque espèce varie suivant leur abondance et leur occurrence dans les pêches et il en découle un niveau de qualité des résultats variable suivant les espèces. Ainsi, les mesures et les observations faites sur la sardine, la sardinelle et le prêtre sont nombreuses et régulièrement réparties dans le temps. Il en est de même, avec toutefois une moins bonne régularité temporelle, pour les petits sprats, et certains anchois. Par contre, d'autres espèces sont capturées plus occasionnellement ou en petite quantité, mais surtout à certaines périodes de leur vie ; c'est le cas par exemple des chinchards, des maquereaux et des Leionatidés.

Après avoir présenté les méthodes employées pour l'étude biologique, nous avons été amenés à anticiper sur les résultats et à séparer l'exposé en classant les espèces en deux groupes en fonction de leur phénologie.

Les espèces de petite taille ont un cycle de vie court, inférieur à un an, et leur maturité sexuelle est atteinte en quelques mois. Leurs générations se succèdent tout au long de l'année à un rythme rapide en saison chaude, ralenti en saison froide. Six espèces appartiennent à ce groupe : trois anchois, Stoloeophorus heterolobus, S. devisi, S. punctifer, deux sprats, Spratelloides delicatulus, S. gracilis et un prêtre Hypoatherina ovalua.

Les espèces à cycle de vie annuel n'atteignent la maturité que vers la fin de la première année. Les autres espèces appartiennent à ce groupe.

5.1. METHODE D'ETUDE

5.1.1. TECHNIQUES DE PRELEVEMENT

Les poissons capturés sont généralement de petite taille et un échantillon de quelques kilogrammes semble suffisant pour donner une bonne représentation de la pêche. En décembre et janvier, il est fréquent que le poids moyen des individus soit de l'ordre de 1 g et que 5 à 10 espèces différentes soient capturées dans la pêche. Dans ce cas, un échantillon de 2 à 3 kg permet d'avoir une bonne représentation de la plupart des espèces. En saison froide par contre, beaucoup d'individus sont de plus grande taille et pèsent entre 5 et 20 g. C'est alors des échantillons de 5 à 10 kg qu'il convient de prendre.

Les poissons ont ensuite été triés par espèces et pour chacune de ces espèces, la totalité si l'effectif est faible, ou un échantillon de 50 à 100 individus, a été mesuré. La mensuration retenue a été le plus souvent le demi-centimètre inférieur de la longueur totale. Parfois cependant, pour les espèces de petite taille, on a relevé la mesure au millimètre et inversement pour les espèces les plus grandes, c'est le centimètre seulement qui a été noté. Les mensurations au millimètre n'ont pas apporté d'information particulièrement intéressante et ont ensuite été transformées en classes demi-centimétriques, celles au centimètre, par contre, se sont révélées être gênantes, contraignant, soit à négliger ces échantillons, soit à transformer pour ces espèces, l'ensemble des mesures en classes centimétriques.

D'autre part, un échantillon de 5 individus par classe de un demi-centimètre a été conservé pour analyse au laboratoire. La distribution des fréquences de taille étant généralement normale, les individus les plus petits et les plus grands sont peu nombreux et cette méthode permet de ne pas omettre dans l'analyse les individus des tailles extrêmes qui peuvent correspondre à des situations biologiques particulières. Par contre, elle présente le défaut de sous-représenter, en général, les classes de tailles correspondant aux valeurs modales.

Il aurait été possible de pondérer chaque observation en fonction de sa classe de taille et de la fréquence de cette classe dans la distribution des tailles, mais un tel facteur de pondération n'a pas été envisagé au moment de la saisie des données. La restructuration a posteriori, de tous les fichiers eût été un très gros travail qui n'aurait pas modifié de façon importante les résultats et nous y avons renoncé. Le biais introduit n'est cependant pas très important puisque ce sont les petits autant que les grands individus qui sont surreprésentés.

5.1.2. LA REPRODUCTION

5.1.2.1. Observation du sexe et du stade sexuel des gonades

Chez les petits pélagiques étudiés, il n'existe pas de caractères sexuels apparents et pour déterminer le sexe il faut observer les gonades. Le sexe et le stade d'évolution des gonades a été déterminé en utilisant l'échelle de FONTANA (1969) établie pour Sardinella aurita et basée sur l'échelle internationale établie pour le hareng (WOOD, 1930).

L'échelle proposée par FONTANA est rappelée dans le tableau 12, en apportant une modification dans la définition du stade I.

Le stade I, dans cette étude correspond aux individus immatures dont les gonades sont invisibles à l'observation macroscopique. Au stade II, il est parfois difficile de différencier les mâles des femelles ; un rapide examen microscopique

d'un fragment de gonade permet de déterminer s'il s'agit d'un ovaire ou d'un testicule. La définition des stades III, IV et V est claire et seul le choix des bornes peut être subjectif. Les stades VI et VII ne sont pas toujours aisément différenciables.

Pour une détermination précise des stades de maturation des ovaires, il conviendrait comme le préconisent également ABOUSSOUAN et LAHAYE (1979) d'effectuer pour chaque espèce une étude cytologique pour établir une échelle de maturité qui indique pour chaque stade, le diamètre modal du groupe d'ovocytes le plus avancé. Pour l'étude des échantillons, l'observation microscopique d'un fragment d'ovaire et la mensuration de quelques ovocytes permettrait de connaître avec certitude le stade d'évolution du poisson. Malgré tout, l'observation macroscopique des gonades permet, avec un certain entraînement, de déterminer le stade de développement des gonades avec une précision correcte. Dans cette étude de nombreux échantillons appartenant à 25 espèces environ, ont été analysés en trois ans et demi et l'on s'est limité à l'observation à l'oeil nu.

Tableau 12. Echelle de maturité des gonades basée sur l'étude des sardinelles du Congo par FONTANA (1969).

STADE	FEMELLES	MALES
I Immature	Indiscernable	
II Repos	Gonade petite et ferme, transparente ou rose claire, ovocytes invisibles.	Gonade blanche ou légèrement translucide, très fine et en lame de couteau.
III En voie de maturation	Gonade ferme et de couleur variant du rose pâle à l'orange clair, quelques ovocytes sont parfois visibles à travers la membrane ovarienne.	Gonade blanchâtre ferme, aucun liquide ne coule si on fait une incision.
IV Pré-ponte ou pré-émission.	Gonade plus grosse et moins ferme. Les ovocytes visibles à travers la membrane ovarienne rendent la surface de l'ovaire granuleuse.	Gonade plus molle et blanche, un liquide blanchâtre s'écoule dès que l'on pratique une incision.
V Ponte ou émission.	Gonade très grosse, membrane ovarienne très fine. Les oeufs sont hyalins et coulants.	Gonade grosse et molle, le sperme coule à la moindre pression exercée sur l'abdomen.
VI Post-ponte ou émission	Ovaire flasque, très vascularisé. Nombreux espaces hyalins.	Testicule flasque présentant une vascularisation fine.
VII Involution de la gonade	Gonade très flasque et très vascularisée.	

5.1.2.2. Poids des gonades et indices de maturité sexuelle

Sur chaque individu, les observations suivantes étaient notées au laboratoire :

- longueur totale (mm)
- poids total (cg)
- sexe et stade sexuel
- poids des gonades (cg)
- poids éviscéré (cg)

Divers indices pondéraux peuvent être calculés à partir de ces mesures :

$$\frac{\text{Poids des gonades}}{\text{Poids du poisson}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Poids des gonades}}{\text{Poids éviscéré du poisson}}$$

ou

$$\frac{\text{Poids des gonades}}{(\text{Longueur du poisson})^a} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{Poids des gonades}}{a (\text{Longueur})^n}$$

a et n étant les paramètres de l'équation poids-longueur.

Plusieurs auteurs (ABOUSSOUAN et LAHAYE, 1979 ; FREON, 1979 ; KARTAS et QUIGNARD, 1984) ont analysés les différents avantages et inconvénients que présente l'une ou l'autre de ces relations. Des essais faits sur nos observations ont montré qu'il y avait peu de différences entre les courbes de variation annuelle, tracées à partir de l'un ou l'autre de ces indices.

Nous avons choisi d'employer le rapport gonadosomatique défini par :

$$\text{R.G.S.} = \frac{\text{Poids des gonades} \times 100}{\text{Poids total}}$$

Il présente l'avantage d'être basé sur une notion simple de rapport de poids, et si l'embonpoint a une influence sur ce rapport il n'y a pas lieu de chercher à masquer ce phénomène qui est lié à l'état physiologique du poisson.

5.1.2.3. Facteur de condition

Plusieurs formules ont été proposées pour comparer la relation poids-longueur d'individus ou de groupes d'individus correspondant à un ensemble particulier (même période, ou groupe de taille etc...). Ces relations sont le reflet de la bonne ou moins bonne condition des individus et de leur état d'engraissement en fonction des conditions du milieu et de leur cycle biologique et reproductif. Elles sont appelées facteur de condition, ou coefficient de condition, ou encore indice pondéral et se rattachent soit à la formule de FULTON (1911) :

$$C = \frac{P}{L^3}$$

soit à celle de LE CREN (1951) :

$$K = \frac{P}{aL^n}$$

où dans ces formules,

P est le poids du poisson

L est sa longueur

a et n sont déterminés par la droite d'ajustement de la relation Log poids - Log longueur.

Les variations de l'indice représentent les écarts que peut avoir le poids par rapport à la relation poids-longueur théorique, en fonction de nombreux facteurs : morphologie propre de l'individu, état d'engraissement, stade sexuel, réplétion du tube digestif, etc... FREON (1979) présente une analyse approfondie des diverses relations utilisées et de leurs avantages et limites.

Le facteur de condition de CLARK, a été employé dans cette étude, en veillant à ne regrouper que des individus de taille peu différente :

$$K = \frac{P_e}{L^n}$$

où P_e est le poids éviscéré (en cg)

L est la longueur totale (en cm)

Dans cette relation, l'utilisation du poids éviscéré, permet d'éliminer l'influence de la réplétion du tube digestif qui a peu de signification biologique et de celle du poids des gonades qui est mieux appréhendée par d'autres indices.

Les résultats sur les variations saisonnières du facteur de condition n'ont pas apporté d'information supplémentaire à ceux obtenus avec les études sur les variations du R.G.S. Ils ne seront donc pas présentés dans la suite de cette étude.

5.1.2.4. Taille à la première maturité

Plusieurs définitions peuvent être données de la **taille à la première maturité**, une d'elles souvent admise est la longueur pour laquelle 50% des individus sont sexuellement mûrs pendant la saison de reproduction. Cette définition appelle plusieurs précisions.

- Quel est le critère de maturité retenu ? Certains auteurs (CONAND C., 1977) fixent le seuil au stade III qui correspond au début de la maturation, d'autres prennent le stade IV (préponte).

- Doit-on prendre en compte les observations de toute l'année ? Chez les espèces à cycle de reproduction saisonnier, ce n'est que pendant la période d'activité sexuelle que l'on peut déterminer cette taille à la première maturité.

Nous avons choisi d'adopter comme définition, la taille à laquelle 50 % des individus du sexe considéré ont atteint ou dépassé le stade IV, pendant la saison où la reproduction est la plus intense.

Un autre critère intéressant est la taille à laquelle le sexe peut être distingué à l'oeil nu chez 50 % des individus.

Dans la présentation des résultats une même figure montrera le pourcentage, par classe de taille, des individus dont le sexe peut être distingué à l'oeil nu, le pourcentage par classe des femelles aux stades 4 à 7, et la moyenne par classe de taille du rapport gonadosomatique des femelles.

5.1.2.5. Sex-ratio

Selon les auteurs, la répartition numérique des sexes est exprimée sous des formes différentes. Nous retiendrons le pourcentage des mâles ou des femelles :

$$\frac{M \times 100}{M + F}$$

ou

$$\frac{F \times 100}{M + F}$$

Malgré la simplicité de la définition, l'étude et l'interprétation des observations sur le sex-ratio est très difficile, parce que le comportement des mâles et des femelles est souvent différent suivant l'état sexuel des individus, l'heure, le lieu, etc... Par exemple, sur l'anchois de Californie, HUNTER et GOLDBERG (1980) ont montré que les bancs où se produisait la ponte étaient dominés par les mâles. D'autre part KLINGBEIL (1978) note que ces bancs sont de plus petite taille et moins recherchés par les pêcheurs, ce qui explique le taux plus élevé des femelles dans les pêches. Ces deux exemples montrent combien il convient d'être prudent dans l'analyse du sex-ratio. Ceci est particulièrement vrai dans cette étude où le poisson était concentré à la lumière, et que cette technique est très liée à son comportement.

5.1.2.6. Fécondité

Aux latitudes élevées de nombreux poissons pondent une seule fois dans l'année. Leur fécondité est définie comme étant le "nombre d'ovocytes mûrs présents dans l'ovaire immédiatement avant la ponte" (BAGENAL, 1973). L'estimation de ce nombre est facile à réaliser, puisqu'ils sont émis tous à peu près en même temps. Il suffit alors de dénombrer les ovocytes mûrs dans l'ovaire, peu avant la ponte.

Par contre dans les régions tropicales, le déroulement de la ponte est souvent plus complexe (LOWE-Mc CONNEL, 1977) et l'on peut avoir toutes les situations entre la saisonnalité stricte limitée à une courte période annuelle, l'existence de deux ou de plusieurs saisons de reproduction, l'étalement de la ponte sur une longue période et enfin l'absence de

périodicité liée aux saisons. Dans ce cas, les ovocytes que contient l'ovaire, se trouvent à différents stades de développement et l'on parle de fécondité par acte de ponte qui correspond "au nombre d'ovocytes dont les diamètres constituent la distribution modale la plus avancée au moment de chaque acte de ponte" (FONTANA et LE GUEN, 1969), et de fécondité annuelle. Celle-ci est obtenue en multipliant la fécondité par ponte, par le nombre de ponte effectué dans l'année.

Cette notion de fécondité annuelle n'a bien sûr un sens que chez les espèces dont la durée de vie est au moins égale à un an, et chez lesquelles existe un cycle saisonnier. Pour les espèces à vie courte, ou sans saisonnalité, il serait préférable de retenir la définition proposée par ABOUSSOUAN et LAHAYE (1979) : "le nombre d'ovocytes qu'un individu peut émettre durant toute sa vie". Cette définition correspond à celle de la fécondité par recrue.

L'estimation de la fécondité par acte de ponte est aisée et fait appel à des techniques très classiques dont une synthèse peut être trouvée chez KARTAS et QUIGNARD (1984). L'estimation du nombre d'actes de ponte et de leur périodicité est bien plus difficile à réaliser. Cependant HUNTER et GOLDBERG (1980) ont pu, sur l'anchois de Californie apporter des informations intéressantes en se basant sur l'observation des follicules post-ovulatoires. Ces structures histologiques apparaissent immédiatement après l'expulsion des oeufs et évoluent, puis disparaissent en 48 heures. Il est ainsi possible de connaître dans un échantillon, le nombre de femelles ayant pondu depuis 0 à 24 heures et 24 à 48 heures, et de suivre l'évolution du diamètre des ovocytes, immédiatement après la ponte. Ils observent que les femelles d'Engraulis mordax pondent le long des côtes de Californie tous les 6 à 8 jours au coeur de la saison de reproduction. Il n'a malheureusement pas été possible d'appliquer cette technique, qui aurait valorisé considérablement les observations sur la fécondité par acte de ponte que nous avons faites sur certaines espèces. La connaissance de la fécondité par acte de ponte reste cependant une notion très utile en biologie des pêches.

Un autre indice souvent employé est la fécondité relative, qui correspond d'après la définition de OOSTHUIZEN et DAAN (1974) au nombre d'oeufs par unité de poids du poisson, au-dessus du poids P où la fécondité est nulle.

Dans cette étude la fécondité par ponte a été établie par comptage des ovocytes du dernier mode dans une cuve de Dolfuss, après désagrégation des ovaires dans du liquide de Gilson.

5.1.3 RELATIONS BIOMETRIQUES

5.1.3.1. Mesures de longueur et de poids

La longueur du corps peut se mesurer de trois façons différentes :

- la longueur standard (L.S.), de l'extrémité du museau à l'extrémité de l'urocentrum de la dernière vertèbre ;
- la longueur à la fourche (L.F.), de l'extrémité du museau à l'échancrure des rayons caudaux ;
- la longueur totale (L.T.), de l'extrémité du museau à l'extrémité des plus longs rayons caudaux.

Pour chaque espèce, une relation de la forme $y = ax + b$ lie ces mesures. Dans notre étude, c'est toujours la longueur totale qui a été employée, mais le type de mesure relevée varie selon les auteurs, aussi les relations qui lient ces trois longueurs entre elles seront données. Ces relations ont été établies en prenant, dans la mesure du possible des effectifs peu différents dans chaque classe de taille.

Les échantillons destinés à l'analyse biologique étaient peu volumineux (20 à 40 individus de quelques grammes). Ils étaient placés dans des petits sacs plastiques avec une étiquette et congelés à bord. La congélation se faisait dans d'excellentes conditions, le plus souvent en moins d'une heure. Ramenés au laboratoire, les échantillons étaient ultérieurement dégelés et analysés. Nous n'avons pas fait de correction sur les pesées, pour les pertes d'eau dues à la congélation. Elles seraient cependant de l'ordre de 3 ou 4 %. Les valeurs absolues et les rapports poids-longueur sont affectés par cette erreur systématique. Les rapports pondéraux, ne sont par contre pas affectés si l'on considère que la déshydratation varie peu d'un tissu à l'autre.

5.1.3.2. Relations taille-poids

Deux objectifs nécessitent l'établissement des relations taille-poids : la conversion de la taille d'un individu en poids théorique (ou inversement), et les études de biométrie, et de biologie. Ces objectifs, les types de relations qui peuvent être employées ainsi que leurs applications et interprétations, sont présentées et analysées par FREON (1979).

Pour les études de biologie, la mesure de la longueur d'un poisson est facile à réaliser et peut être obtenue avec précision même si les conditions de travail sont précaires. Par ailleurs, la longueur est une fonction croissante de l'âge, moins soumise à des variations irrégulières que le poids. Bien que ces raisons nous conduisent à mesurer la longueur, un des objectifs de nos recherches est la connaissance de la quantité de matière vivante produite. Il est donc nécessaire de connaître les relations entre la taille et le poids.

Chez la plupart des poissons, la longueur et le poids sont liés par une fonction du type $P = a L^n$, ou a est une

constante et n le coefficient d'allométrie. Ce coefficient est généralement voisin de 3. Lorsqu'il est égal à 3, la croissance est isométrique, c'est-à-dire que la forme corporelle et la densité ne varient pas avec l'âge.

L'axe majeur réduit, de la relation Log poids - Log longueur a été calculé avec le logiciel BIOMETRIE (LECHAUVE, 1982). Afin d'avoir des effectifs équilibrés par classe de longueur, les fichiers de données de base ont été restructurés pour le calcul de ces relations par tirage aléatoire de couples poids-longueur. L'intervalle de définition d'une classe, et l'effectif de chaque classe variait suivant les espèces. Le plus souvent les relations ont été calculées séparément pour les mâles, les femelles, et les indéterminés et ensuite pour tous les individus réunis. Pour quelques espèces où nous disposions de peu de données, seule la relation sur tous les individus réunis a été calculée.

5.1.4. LA CROISSANCE

La croissance est un phénomène biologique fondamental qui consiste en une augmentation de masse des organismes, et la connaissance quantitative de ce paramètre est une base de l'étude de la biologie des espèces.

5.1.4.1. Généralités, fonctions de croissance

Chez les poissons, des expressions mathématiques sont employées pour décrire le phénomène. L'expression retenue est l'équation de von BERTALANFFY (1938) :

$$L = L_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

Celle-ci présente un certain nombre de limites et a souvent été critiquée. Ainsi que l'exprime DURAND (1978), l'ajustement est rarement bon de la naissance à l'âge maximal et d'autres modèles, tel celui de GOMPETZ (1825), peuvent dans certaines situations mieux décrire la croissance. Cependant pour les études générales ne concernant pas particulièrement les très jeunes individus, l'équation de von Bertalanffy est bien adaptée. Elle présente en outre l'avantage d'être, et de loin, la plus employée. Les paramètres de l'équation ne sont cependant, comme le signalent JOSSE et al. (1979), que de simples supports mathématiques auxquels il ne faut donner a priori de caractère biologique.

L'équation de croissance en taille peut être convertie (GULLAND, 1969) en une équation en poids de type

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})^n$$

dans laquelle K et t_0 sont les paramètres de l'équation de von Bertalanffy ; W_{∞} est le poids asymptotique correspondant à la longueur asymptotique L_{∞} et n le coefficient d'allométrie de la relation taille-poids.

Chez les espèces dont la durée de vie est supérieure à un an, on observe en général une modulation saisonnière de la croissance qui prend une importance particulière chez celles qui ne vivent que 2 ou 3 ans. Cette modulation a été introduite par plusieurs auteurs, BUESTEL et LAUREC (1975), PAULY et GASCHUTZ (1979), MENESGUEN et al. (1984), et la fonction de type von Bertalanffy prend alors la forme :

$$L = L_{oo} \left(1 - e^{- (K (t - t_0) + C \sin \omega (t + \varphi))} \right)$$

où L_{oo} = longueur maximale théorique

K = coefficient de croissance

C = coefficient d'amplitude de la modulation saisonnière

ω = pulsation de la modulation, égale à 2 si les âges sont exprimés en années et les angles en radians

φ = phase de la modulation

t_0 = paramètre de calage temporel

L'ajustement des fonctions de croissance est fait à partir de données présentant des informations sur l'évolution de la taille en fonction du temps. Si le facteur taille est facile à mesurer, il n'en est pas de même pour l'âge qui est toujours difficile et souvent impossible à connaître chez les individus vivant en liberté dans leur milieu.

Trois approches sont possibles pour obtenir ces données :

(1) les **marquages-recaptures**. Chez les espèces de petite taille, cette méthode est difficilement applicable et donne des résultats très médiocres. Elle ne peut d'autre part être employée que pour des espèces activement exploitées.

(2) la lecture des **marques périodiques** sur les pièces dures (écaillés, otolithes, etc...).

(3) l'analyse des **structures de taille** des poissons pêchés.

Les deux dernières techniques ont été employées dans cette étude.

5.1.4.2. Etude des structures de taille.

Trois méthodes d'analyse des fréquences de taille peuvent être distinguées.

(1) La **méthode de Petersen** où l'on fait des hypothèses sur l'intervalle de temps séparant les différents pics d'une distribution de fréquence.

(2) L'**analyse des progressions modales**, où l'on fait des hypothèses sur la manière de faire correspondre des modes classés en fonction du temps.

(3) Une combinaison des méthodes 1 et 2 appelée "**méthode intégrée**".

Pour les espèces dont les saisons de ponte sont limitées à des périodes restreintes il y a formation d'une seule cohorte et il est généralement possible de suivre son évolution. Cela devient plus difficile et parfois impossible quand les pontes se répètent à quelques semaines ou mois d'intervalle.

Si plusieurs cohortes sont capturées dans une même pêche ou se retrouvent dans une distribution de fréquence, celle-ci est plurimodale et les modes peuvent se superposer en partie. Le programme NORMSEP (ABRAMSON, 1971) a été employé pour discriminer les modes. Si la probabilité est suffisante, les modes sont séparés et la moyenne de chacun est calculée. Ce programme utilise une méthode approchée de celle des maximums successifs décrite par GHENO et LE GUEN (1968), la différence étant que NORMSEP normalise les distributions observées alors que la méthode des maximums successifs utilise les données observées. Ceci a conduit DAGET et LE GUEN (1975) à préciser que leur méthode ne nécessitait pas la normalité des distributions unimodales mais simplement la symétrie.

En Nouvelle-Calédonie, sur la côte Ouest en particulier où les zones profondes du lagon sont plus restreintes, les baies sont bien séparées les unes des autres par les platiers récifaux et le récif barrière, le passage des poissons d'une baie à l'autre, s'il est certes possible, n'est probablement pas un comportement habituel et il semble y avoir un certain isolement de la population de chaque baie. Ce fractionnement en un grand nombre de sous-populations permet souvent de suivre dans une baie, l'évolution tout au long de l'année, des cohortes des différentes espèces. L'intervalle de temps entre les campagnes (une toutes les deux mois) était malheureusement un peu trop grand pour un suivi précis de la progression. Par contre en baie de Dumbéa, les pêches étaient faites chaque mois, et parfois même plus souvent, et à cette station il est possible pour plusieurs espèces de suivre la filiation des modes.

5.1.4.3. Etude des otolithes.

L'observation microscopique des otolithes de certaines espèces montre des stries qui peuvent être comptées. La technique de mesure de l'âge à partir des comptages de stries journalières d'accroissement sur les otolithes mise au point par

PANELLA (1971, 1973), est maintenant très couramment employée. Pour être utilisée en toute rigueur, il conviendrait de faire pour chaque espèce une expérience en élevage de validation de la périodicité journalière de dépôt de stries. N'ayant pas eu les moyens techniques de réaliser des élevages nous pouvons seulement nous référer aux observations de WILLIAMS et CLARKE (1983) sur H. quadrimaculatus et STRUHSAKER et UCHIYAMA (1976) sur S. purpureus, espèce très voisine de S. heterolobus. BROTHERS et al. (1974) et LE GUEN (1976) ont montré que les stries journalières ne sont déposées régulièrement que chez les individus immatures, alors que chez les adultes des arrêts de dépôt calcifié se produisent au moment de la reproduction. Aussi nous n'avons utilisé cette technique que chez les jeunes individus afin d'estimer l'âge des recrues qui apparaissent dans les pêches à une taille de 4 ou 5 cm correspondant en général à un âge de quelques semaines.

Les deux otolithes, droit et gauche étaient prélevés et observés au microscope, entiers. Ils étaient placés sur une lame dans de l'huile d'immersion ou montés avec une résine synthétique (Eukitt). Le comptage était réalisé le plus souvent avec un grossissement de 400 X ou de 600 X. Plusieurs comptages étaient faits à quelques jours d'intervalle, et par deux observateurs. Les individus pour lesquels les discordances entre les deux otolithes, ou entre les différents comptages, étaient importantes n'ont pas été pris en compte.

5.1.4.4. Ajustement des fonctions de croissance

Deux méthodes différentes ont été utilisées pour ajuster les fonctions de croissance au modèle de von Bertalanffy, saisonnalisée ou non.

L'une fait appel à des couples âge-longueur. L'ajustement du modèle aux données est réalisé par le critère des moindres carrés selon l'axe des longueurs et l'algorithme retenu est le Comptex (BOX, 1965). Nous avons employé le programme Basic "Growth" mis à notre disposition par A. MENESGUEN (Centre IFREMER de Brest). L'établissement des couples âge-longueur peut être fait soit à partir d'observations individuelles basées sur des mensurations et lectures d'otolithes, soit des analyses de progression modale. Dans ce dernier cas, une place importante est laissée au discernement du chercheur et il ne paraît guère possible de trouver une méthode pour faire un choix entièrement objectif. La détermination de la période de naissance et de l'âge des modes est faite, lorsque c'est possible, par lecture des otolithes des plus petits individus observés. Sinon elle est estimée au moyen des observations réalisées sur le cycle sexuel des adultes.

L'autre méthode appelée ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) a été présentée par PAULY et DAVID (1981) et PAULY et al. (1982). Le principe général consiste à ajuster au mieux une fonction de von Bertalanffy à un ensemble de

distributions de fréquences, classées en fonction du jour et du mois sans tenir compte de l'année et répétées séquentiellement le long de l'axe du temps autant de fois qu'il est nécessaire pour assurer le tracé de la courbe.

Plusieurs hypothèses, explicitées ou non, sont faites cependant par les auteurs :

- la courbe de croissance de von Bertalanffy décrit la croissance moyenne de la population étudiée ;
- tous les poissons ont la même taille au même âge ;
- la courbe de croissance est la même d'année en année ;
- le recrutement doit être annuel et les cohortes séparées par un an ;
- la date de naissance doit être la même chaque année.

Si l'on s'écarte en général peu des premières hypothèses qui viennent d'être exprimées, il n'en est pas de même pour les trois dernières qui se basent sur une prédominance des cycles annuels. Dans la zone intertropicale on observe fréquemment plusieurs périodes de reproduction dans l'année, ou une saison de ponte étalée sur plusieurs mois. La méthode ELEFAN généralement satisfaisante pour les études d'espèces de régions froides ou tempérées est souvent inadaptée aux espèces tropicales.

Dans l'étude d'espèces ayant plusieurs recrutements annuels, la méthode ELEFAN peut malgré tout être employée si l'on sélectionne dans les distributions de fréquence de taille une cohorte et son évolution dans le temps, laissant comme dans la méthode précédente une large place au discernement et à la subjectivité du chercheur.

5.1.5. LA MORTALITE

Le principe de base est que la mortalité correspond à la diminution de l'effectif des classes d'âge au cours de la vie. La méthode utilisée est celle des courbes de captures, largement développée par RICKER (1975). Le nombre de survivants N_t au bout de l'intervalle de temps t étant lié au nombre N_0 d'individus à l'origine, par la relation :

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Zt}$$

où Z est le taux instantané de mortalité totale.

La mortalité totale est la somme de la mortalité naturelle et de la mortalité par pêche. Dans le lagon de Nouvelle-Calédonie, l'effort de pêche sur les petits pélagiques est très réduit et la mortalité par pêche est négligeable, à l'exception

peut-être de celle des maquereaux dans la région de Nouméa. On admettra que la mortalité naturelle est égale à la mortalité totale.

Les courbes de capture de chaque espèce ont été établies à partir de la moyenne mensuelle des effectifs par coup de filet et des distributions de fréquence de taille. Compte tenu de la régularité interannuelle, tant de la variation des rendements (cf tableau 3 et figure 17), que de l'évolution des tailles (cf figures 52 à 55, 57, 61, etc...), les observations réalisées entre 1980 et 1983 ont été regroupées sur une base mensuelle. Le nombre de pêches expérimentales réalisées a été de :

janvier : 33	mai : 63	septembre : 48
février : 49	juin : 44	octobre : 42
mars : 69	juillet : 31	novembre : 39
avril : 48	août : 29	décembre : 34

Avec les observations sur les captures réalisées au cours des pêches on dispose pour chaque espèce d'une P.U.E. mensuelle exprimée en nombre d'individus par coup de filet. Par ailleurs, les mensurations effectuées pendant les campagnes permettent d'établir une distribution mensuelle de fréquence de taille. Une P.U.E. mensuelle par classe de taille peut alors être reconstituée.

Ensuite les observations des douze mois ont été cumulées. Pour les espèces présentant un seul recrutement annuel, les effectifs moyens par pêche et par classe ont été additionnés. Pour celles ayant de multiples recrutements au cours de l'année, ce sont les pourcentages mensuels des effectifs des classes qui ont servi au cumul annuel. Les Annexes 3 à 4 donnent pour les espèces régulièrement pêchées, les effectifs (ou leur pourcentage) par classe et par mois.

Le paramètre de mortalité étant établi à partir de variations d'effectif par intervalle de temps, il est nécessaire, lorsque l'on dispose comme dans notre cas d'effectifs par classe de taille, de transformer les tailles en âges au moyen de la relation âge-longueur. Par ailleurs, la croissance des poissons n'étant pas linéaire et se ralentissant lorsque la taille augmente, il faut tenir compte du temps passé à l'intérieur de chaque classe de taille. La capture étant rapportée à l'âge, on aura pour chaque classe de taille :

$$\text{Log } e^{(N / t_2 - t_1)} = a + b t$$

où N = nombre de poissons dans chaque classe de longueur

t₁ = âge à l'entrée dans la classe

t₂ = âge à la sortie de la classe

b = - Z

t = âge correspondant à la longueur médiane de la classe.

Un exemple de l'établissement de la courbe de capture est donné dans l'Annexe 6.

Le paramètre qui décrit la mortalité est lié aux paramètres de croissance et il est nécessaire d'avoir une estimation fiable de ces derniers pour calculer la mortalité. Dans certains cas on a été amené à prendre une fourchette correspondant à plusieurs hypothèses sur les valeurs de Loo et de K.

5.1.6. EVOLUTION DE LA BIOMASSE DES COHORTES

Connaissant la mortalité naturelle, et le poids à chaque âge calculé à l'aide des relations poids-longueur et de l'équation de croissance, il est possible de calculer l'évolution théorique de la biomasse instantanée d'une cohorte théorique de N individus d'une espèce, avec la relation :

$$B_t = N \cdot e^{-M \cdot t} \cdot P_t$$

dont les paramètres sont :

B_t : biomasse à l'instant t

N : effectif à l'origine

M : mortalité naturelle

P_t : poids moyen d'un individu à l'instant t.

Deux points remarquables de la courbe sont intéressants à noter :

- l'âge critique, T_c , à partir duquel la masse critique de la cohorte diminue ;
- l'âge de la première reproduction qui est en général proche de l'âge critique.

5.2. LES ESPECES A CYCLE BIOLOGIQUE COURT. RESULTATS.

Stolephorus heterolobus, Stolephorus devisi, Stolephorus punctifer, Spratelloides delicatulus, Spratelloides gracilis, Hypoatherina ovalaua

5.2.1. REPRODUCTION

5.2.1.1. Sex-ratio

L'étude du sex-ratio a été limitée à quelques observations sur Stolephorus heterolobus, S. devisi et Spratelloides delicatulus. Elles sont présentées dans le tableau 13 et la figure 36. Le petit nombre d'observations ne permet pas de conclure sur les valeurs des sex-ratios. Il semble par contre que les mâles prédominent dans les petites classes de taille et que dans les grandes, ce sont les femelles. Pour les petites tailles, il est possible que le tractus génital mâle se reconnaisse plus précocement, ou que chez ceux-ci, la maturation soit plus hâtive. Vers les grandes tailles, la prédominance des femelles peut être expliquée soit par une mortalité plus élevée des mâles, soit par une croissance plus importante des femelles, ou, par les deux phénomènes qui ne sont pas contradictoires.

Tableau 13 : Distribution des sexes par pêches et par classe de taille.

	S. heterolobus		S. devisi		S. delicatulus	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
pêche 1	55	36	47	22	19	29
2	68	43	56	47	24	27
3	23	27	39	36	19	15
4	34	35	30	20		
Classes de L.T.						
40 - 44					1	3
45 - 49					3	5
50 - 54	2	1	10	8	20	16
55 - 59	13	14	36	20	19	28
60 - 64	43	30	35	27	11	14
65 - 69	29	13	36	16	3	4
70 - 74	41	19	41	31		1
75 - 79	34	35	3	21		
80 - 84	15	15	1	2		
85 - 89	3	9				
90 - 94		4				
95 - 99		1				
TOTAL	180	141	162	125	62	71

LEWIS et al. (1974) observent en Papouasie-Nouvelle-Guinée, que les sex-ratios de S. heterolobus et S. devisi varient considérablement d'une pêche à l'autre. Comme nous, ils notent que souvent les mâles dominent dans les petites tailles et les femelles dans les plus grandes.

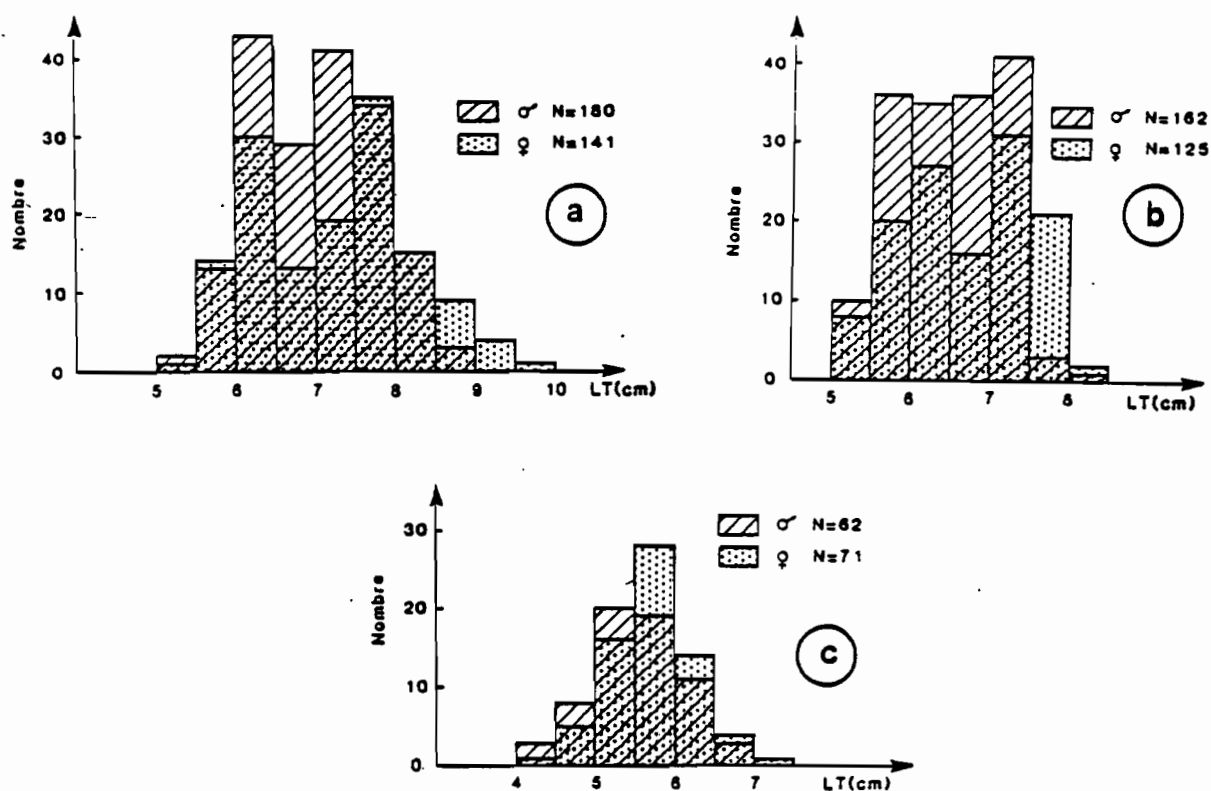


Figure 36. Répartition par classe de taille des mâles et des femelles. a) Stolephorus heterolobus, b) S. devisi, c) Spratelloides delicatulus.

5.2.1.2. Taille à la première maturité

Chez ces espèces, la maturité est atteinte à une très petite taille, comme le montrent le tableau 14 et la figure 37.

Les observations sur Stolephorus punctifer et Hypoatherina ovalaua sont peu nombreuses et indiquent la taille à partir de laquelle on a observé des individus mûrs. La comparaison avec les observations faites dans d'autres études est difficile. Le critère de maturité varie selon les auteurs et souvent la taille indiquée est celle du plus petit individu mûr

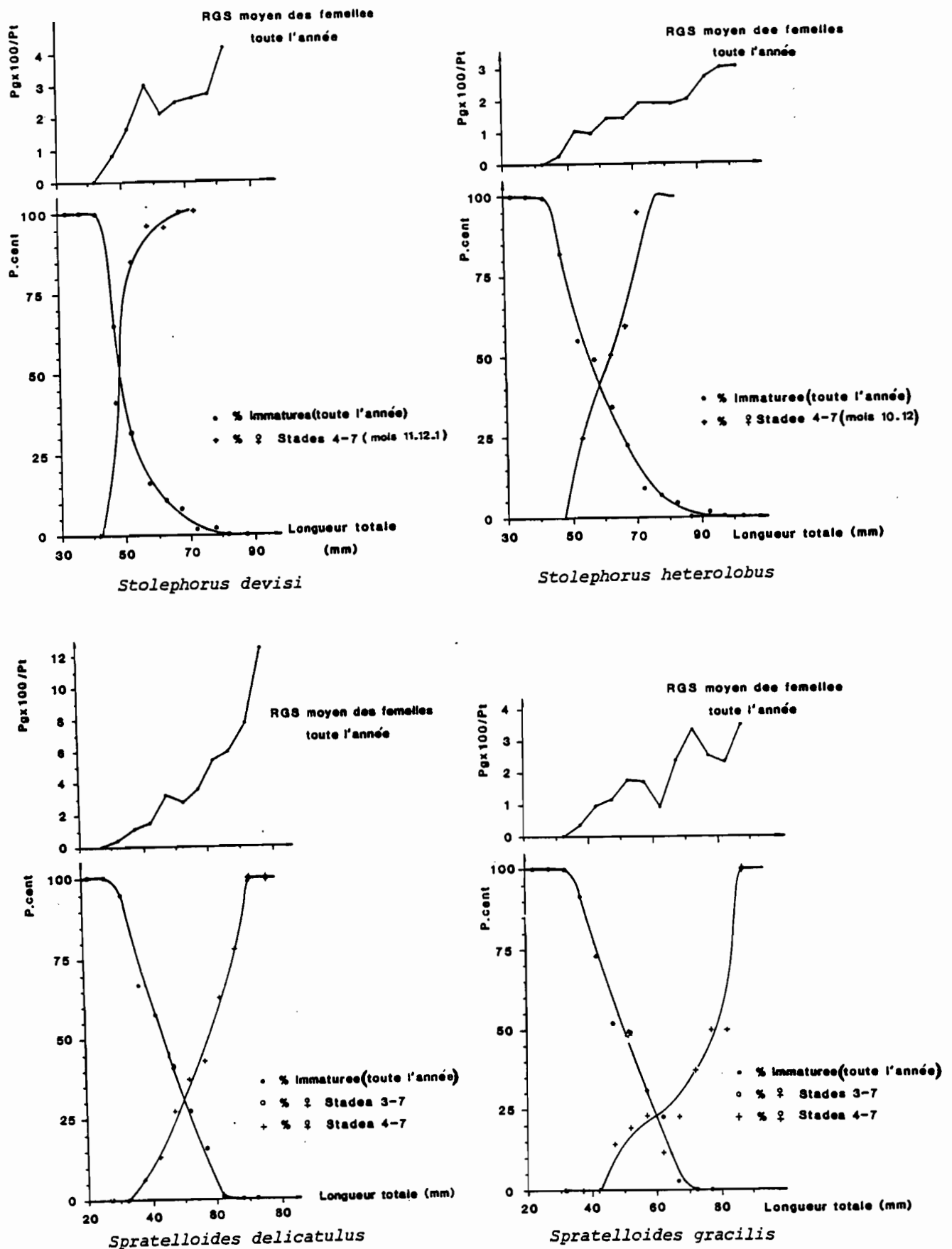


Figure 37. Taille de première maturité et taille à laquelle le sexe peut être identifié à l'oeil nu.

observé. DALZELL et WANKOWSKI (1980) en Papouasie-Nouvelle-Guinée donnent :

<u>S. heterolobus</u>	52 mm LS	(équivalent à 58 mm LT)
<u>S. devisi</u>	41 mm LS	" 45 mm LT)
<u>S. gracilis</u>	44 mm LS	" 48 mm LT)

THAM (1965) indique pour S. heterolobus en Malaisie la première maturité à 50 mm LS (équivalent à 60 mm LT), tandis que TIEWS et al. (1970) l'estiment aux Philippines à 60 mm LS (équivalent à 70 mm LT). Ces différences ne sont pas très importantes et dépendent probablement, surtout des méthodes de travail. Chez S. punctifer, HIDA (1973) observe des individus matures à partir de 39 mm de LS.

Tableau 14 : Taille (L.T. en cm) de distinction macroscopique du sexe (50 % indéterminés) et de maturité des femelles (50 % stades 4 à 7)

Espèce	50% indéterminés	50% stades 4 à 7
<u>Stolephorus heterolobus</u>	5,5	6
<u>Stolephorus devisi</u>	5	5
<u>Spratelloides delicatulus</u>	4,5	5
<u>Spratelloides gracilis</u>	5	5,5
présence d'individus mûrs		
<u>Stolephorus punctifer</u>	à partir de 5	
<u>Hypoatherina ovalaua</u>	à partir de 6	

5.2.1.3. Périodes de reproduction

La variation annuelle du rapport gonado-somatique, de la proportion mensuelle des mâles, femelles et immatures, et des divers stades d'évolution des gonades, est présentée dans les figures 38a, b, c.

Stolephorus punctifer n'a été pêché que très occasionnellement. En décembre, les individus capturés mesuraient entre 56 et 69 mm, ils étaient tous aux stades 4 et 5. En avril et en juin les poissons mesuraient entre 51 et 67 mm et étaient soit immatures soit aux stades 2 ou 3. Le faible nombre d'observations ne permet pas de tirer des conclusions sûres, cependant la rapidité avec laquelle la taille de maturité est atteinte et la présence en avril d'individus en début de maturation laisse penser que cet anchois aurait un cycle biologique proche de celui des espèces précédentes.

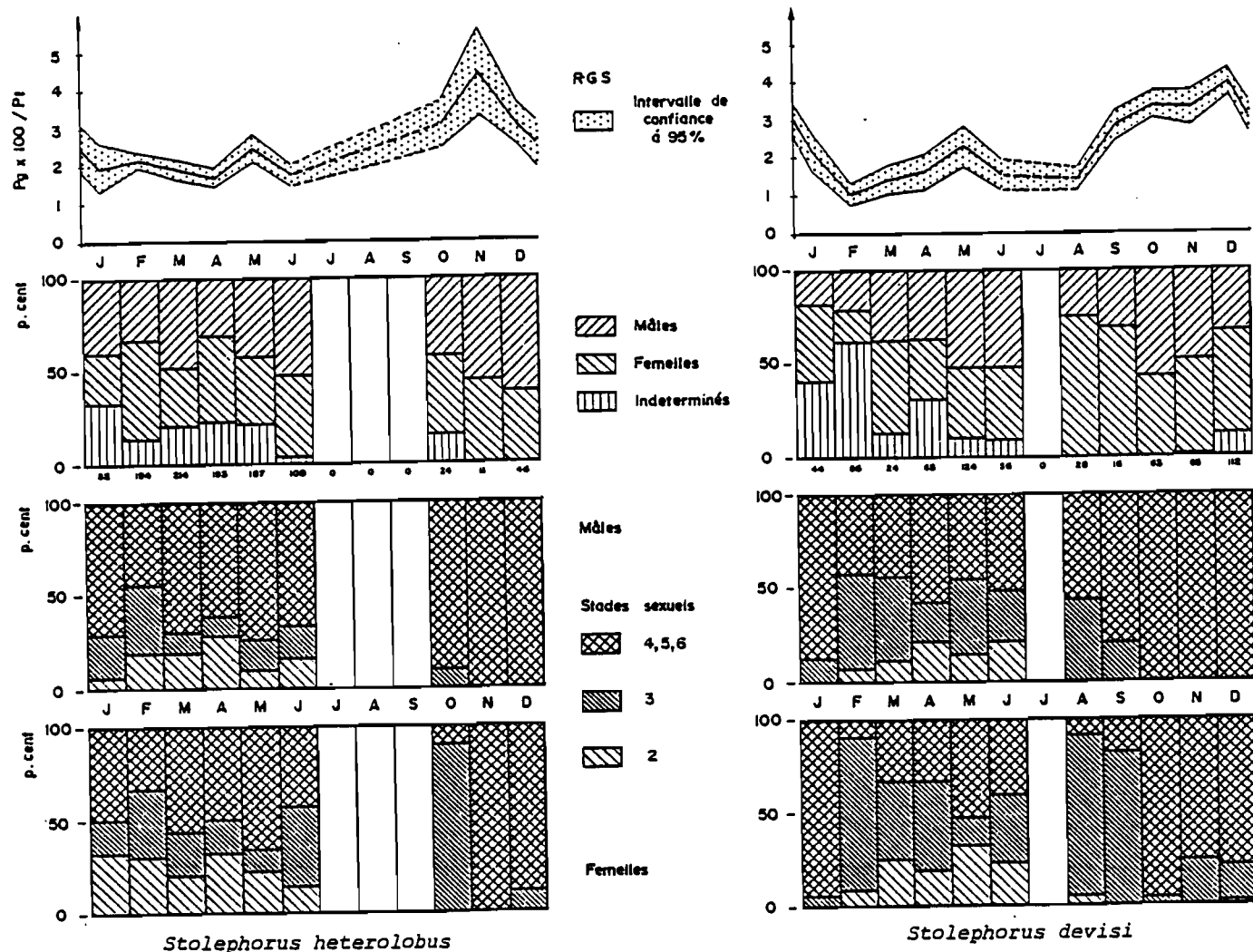


Figure 38a. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Stolephorus heterolobus a été absent des captures de juillet à septembre, mais lorsqu'il est pêché on observe toujours des individus matures et la moyenne mensuelle du RGS reste supérieure à 2. La plus forte activité de reproduction à lieu en novembre et décembre, mais elle ne cesse pas cependant et toute l'année des femelles matures sont présentes dans les pêches.

Stolephorus devisi a les mêmes caractéristiques. Il est présent toute l'année, sauf en juillet, dans les pêches et l'on observe en permanence des individus matures de grande taille.

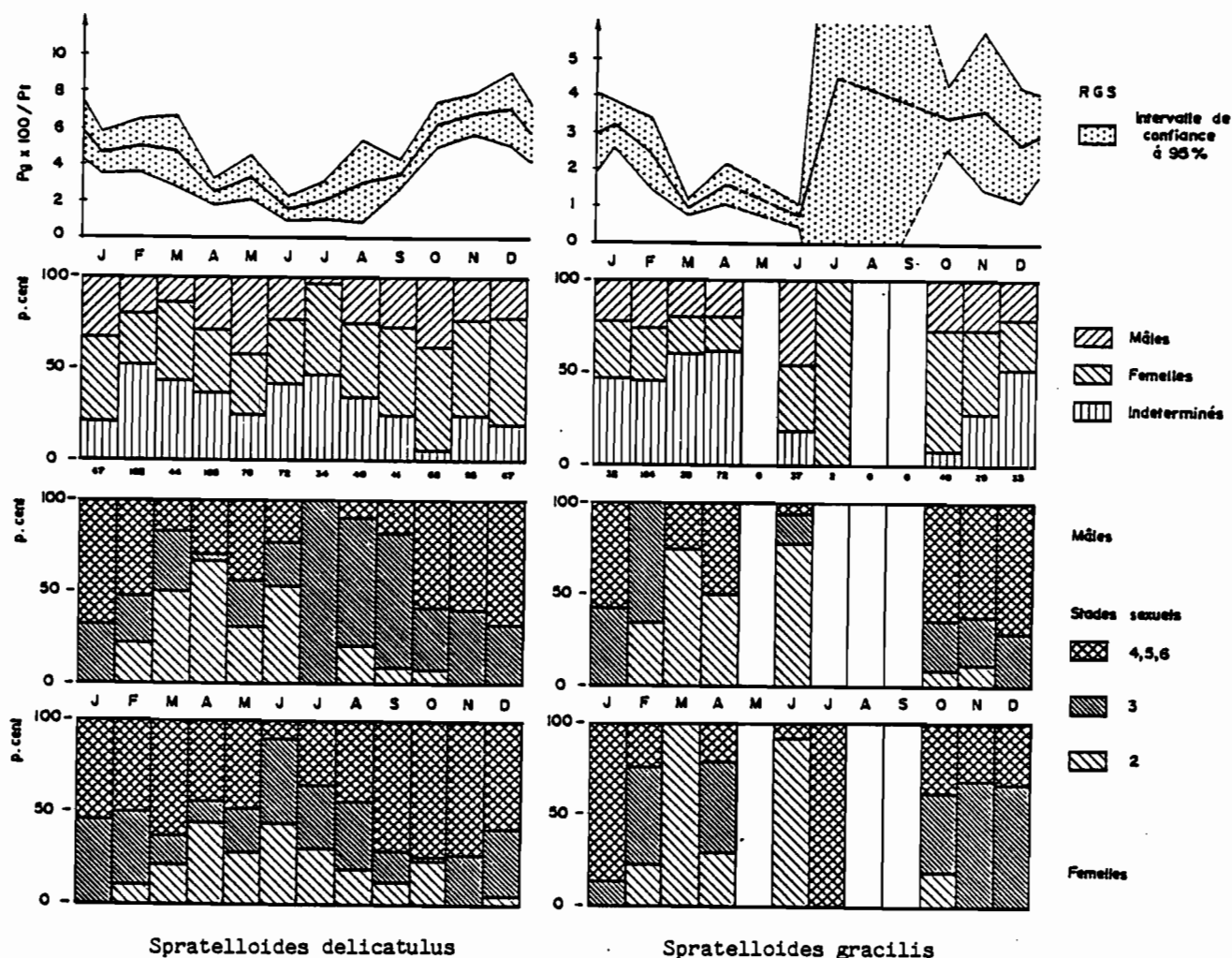
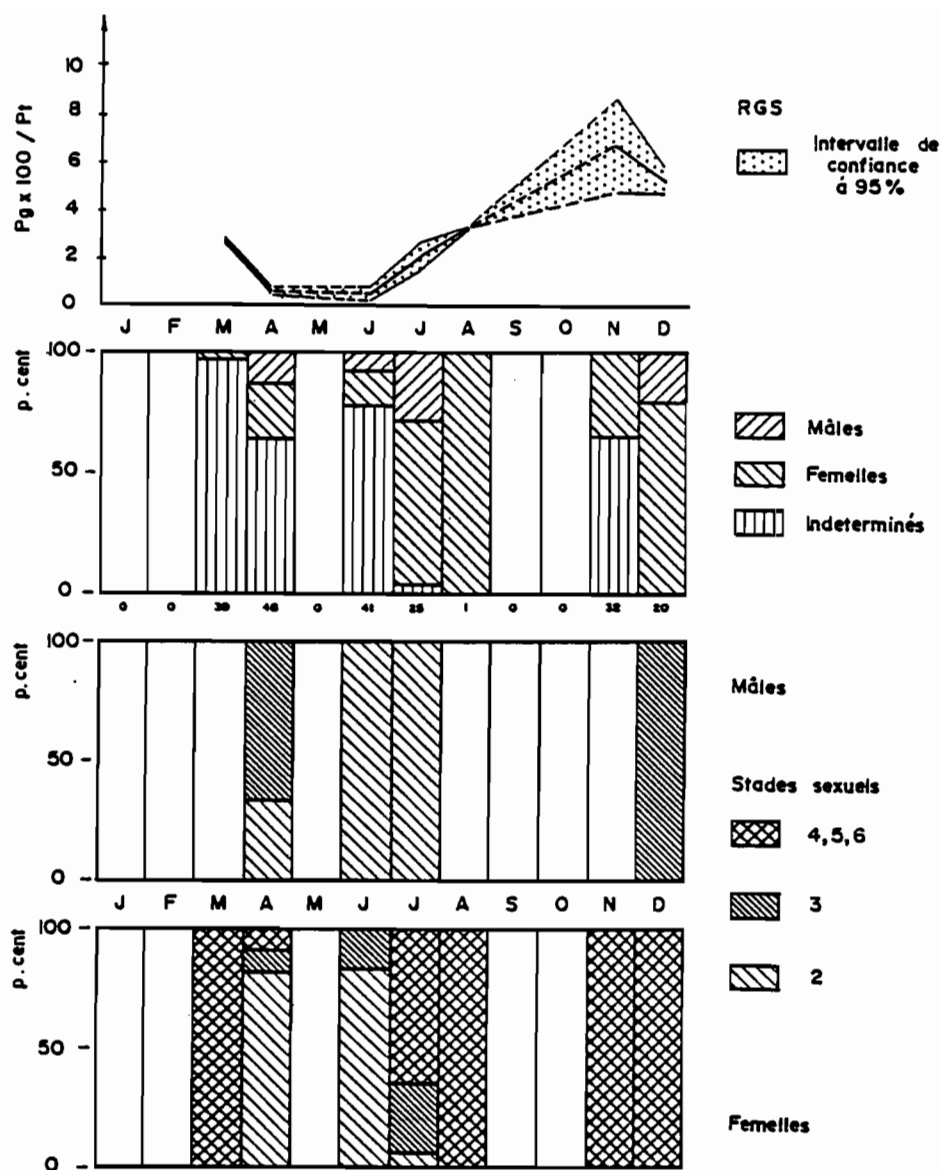


Figure 38b. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Spratelloides delicatulus. Des individus matures s'observent tout au long de l'année, et le R.G.S. n'est jamais faible. La plus forte activité de reproduction a lieu d'octobre à mars, c'est-à-dire pendant toute la saison froide. Chez cette espèce les individus les plus grands (de 60 à 30 mm) sont matures quelle que soit la saison.

Spratelloides gracilis a été pêché irrégulièrement et l'échantillonnage est insuffisant. Des individus matures s'observent cependant, tous les mois où des captures ont été faites. Ce sprat, comme l'autre espèce, semble se reproduire en toutes saisons quand les individus atteignent la taille adulte.



Hypoatherina ovalaua

Figure 38c. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Hypoatherina ovalaua est une espèce pêchée occasionnellement et les observations sont limitées. Ce petit prêtre se reproduit en novembre et décembre mais les individus les plus grands semblent être mûrs en toute saison.

En Papouasie-Nouvelle-Guinée, DALZELL et WANKOWSKI (1980) observent pour *S. heterolobus* et *S. devisi*, deux pics annuels d'activité reproductrice pendant les périodes de mai-juillet et septembre-décembre qui coïncident avec des changements de saison mais la reproduction se poursuit à un rythme moins intense en dehors de ces périodes ; *S. gracilis* pond toute l'année sans saisonnalité apparente. A Fidji, LEWIS et al. constatent que *S. delicatulus* se reproduit activement de novembre à mai, et la moyenne mensuelle du RGS, voisine de 2, entre juin et octobre laisse penser que quelques femelles sont toujours en reproduction pendant la saison fraîche.

5.2.1.4. Fécondité

Des observations sur la fécondité n'ont été faites que sur les sprats. Les ovaires de 20 Spratelloides delicatulus et de 4 S. gracilis ont été étudiés et le nombre d'ovocytes du mode le plus avancé a été compté. La figure 39 présente la relation entre le nombre d'ovocytes et la longueur. Les régressions entre la fécondité par ponte et la longueur, ainsi que le poids ont été calculées pour S. delicatulus

$$\begin{array}{lll} \text{et} & F = 51 & L - 2048 \quad (r = 0,94 ; N = 20) \\ & F = 883 & P - 375 \quad (r = 0,97 ; N = 20) \end{array}$$

L est la longueur totale en millimètres

P est le poids total en grammes

Dans l'intervalle de taille considéré (42 à 64 mm) une relation linéaire décrit de façon satisfaisante la régression.

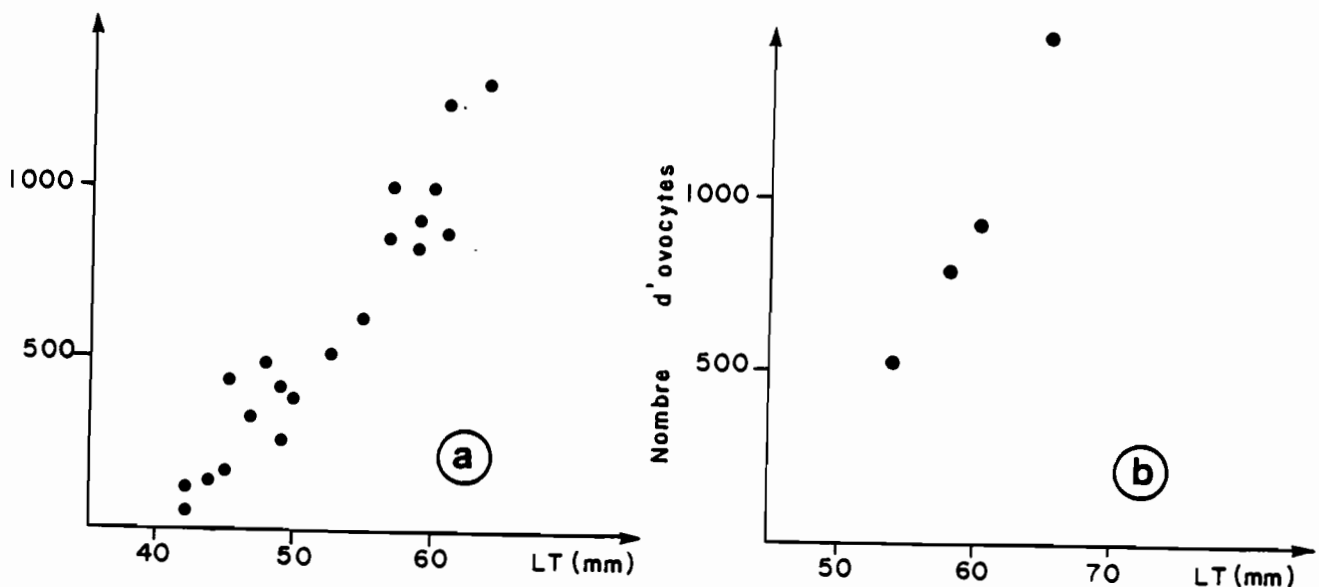


Figure 39. Relation entre la longueur et le nombre d'ovocyte du mode le plus avancé. a) Spratelloides delicatulus ; b) S. gracilis

Un autre indice intéressant pour comparer les espèces, ou les populations d'une même espèce, est la fécondité relative qui est le nombre d'oeufs produit par gramme de poisson. Elle a été calculée pour S. delicatulus et est donnée ainsi que les valeurs calculées par divers auteurs dans le tableau 15.

Tableau 15. Fécondités relatives observées dans diverses régions du Pacifique. (s : écart-type ; N : nombre d'observations)

Espèce	Fec. rel.	s	N	source	pays
Stolephorus heterolobus	536	146	26	(1)	P.N.G.
Stolephorus heterolobus	450	156	9	(2)	Palau
Stolephorus devisi	1008	304	16	(1)	P.N.G.
Stolephorus punctifer	800	319	11	(1)	P.N.G.
Spratelloides gracilis	1596	340	13	(1)	P.N.G.
Spratelloides delicatulus	883	61	20	(3)	N.C.

(1) DALZELL et WANKOWSKI (1980), Papouasie-Nouvelle-Guinée.

(2) MULLER (1976), Palau.

(3) Présente étude, Nouvelle-Calédonie

5.2.2. RELATIONS BIOMETRIQUES

5.2.2.1. Relations LT, LS, LF

Les relations entre la longueur totale et la longueur standard ainsi que celles entre la longueur totale et la longueur à la fourche ont été calculées et sont données dans les tableaux 16 et 17.

Tableau 16. Relation entre la longueur à la fourche et la longueur totale, selon la relation $LF = a LT + b$. L'intervalle d'observation défini par L min et L max correspond aux longueurs totales (en mm) ; n est le nombre d'individus mesurés pour établir la relation.

espèce	n	L min	L max	r	a	b
S. heterolobus	34	60	89	0,994	0,95	-3,20
S. devisi	24	57	76	0,971	0,88	+1,54
S. delicatulus	50	25	60	0,997	0,90	+0,54
S. gracilis	27	38	80	0,993	0,93	-0,24
H. ovalaua	50	67	91	0,988	0,89	+1,43

Tableau 17. Relation entre la longueur standard et la longueur totale, selon la relation $LS = a LT + b$. L'intervalle d'observation défini par L min et L max correspond aux longueurs totales (en mm) ; n est le nombre d'individus mesurés pour établir la relation.

espèce	n	L min	L max	r	a	b
S. heterolobus	34	60	89	0,996	0,92	-5,16
S. devisi	24	57	76	0,972	0,86	-1,21
S. delicatulus	50	25	60	0,995	0,85	-0,31
S. gracilis	27	38	80	0,997	0,89	+0,52
H. ovalaua	50	67	91	0,968	0,84	-1,09

5.2.2.2. Relations poids-longueur

Les relations entre la longueur totale et le poids ont été calculées et sont données dans le tableau 18 et présentées sur la figures 40. Pour chacune des espèces, les coefficients d'allométrie sont peu différents entre les mâles et femelles.

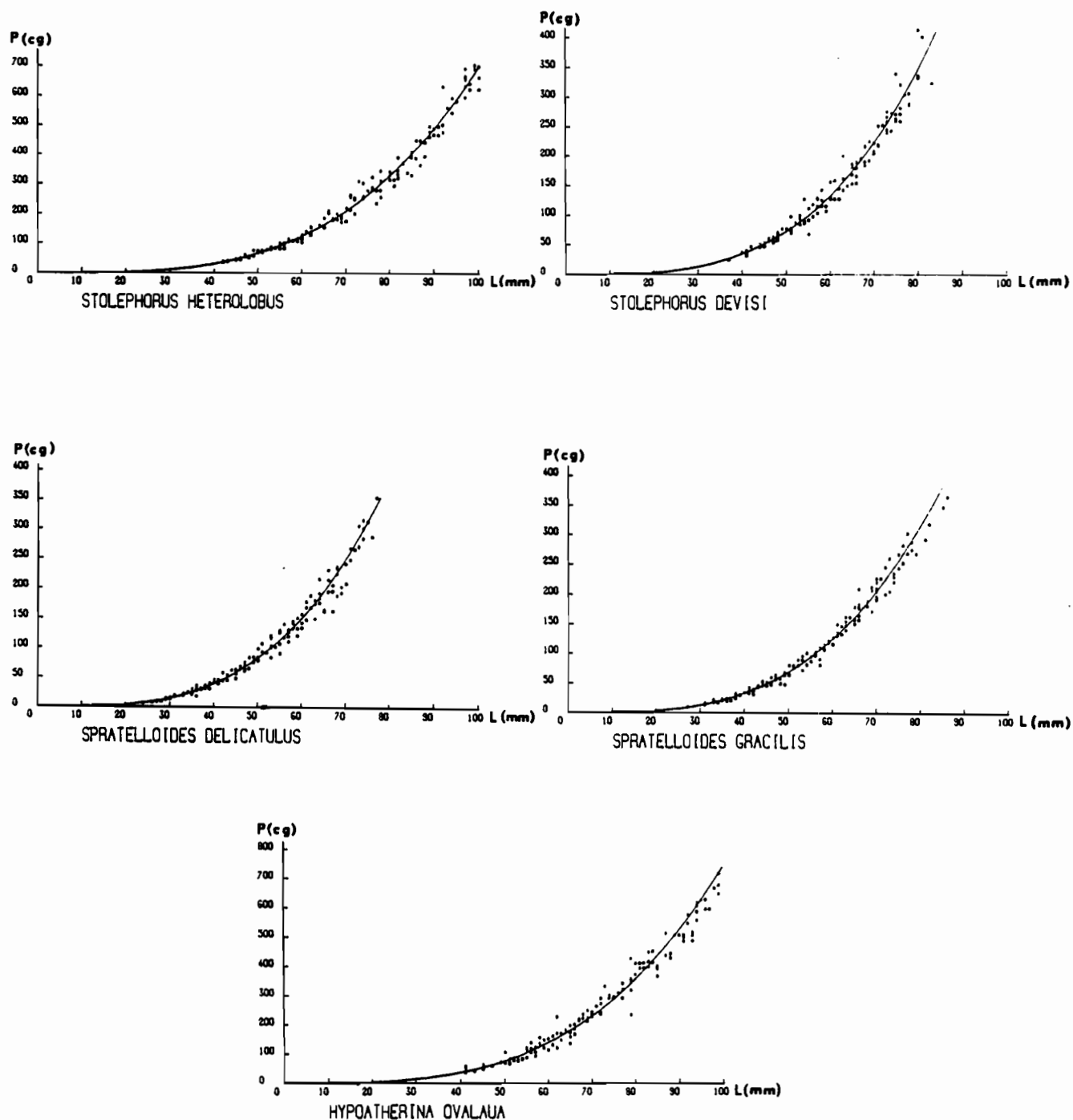


Figure 40. Relations poids-longueur.

Tableau 18. Relation poids-longueur, $P = aL^n$ (N : effectif ; Lmin et Lmax : intervalle d'observation ; P en g ; L en mm).

espèce	sexe	N	L min	L max	r	$a \times 10^{-6}$	n
S. heterolobus	M	115	48	99	0,992	1,62	3,318
	F	139	48	100	0,992	1,70	3,302
	I	104	42	97	0,991	1,06	3,411
	T	140	42	100	0,994	1,20	3,383
S. devisi	M	85	48	80	0,981	1,61	3,328
	F	96	47	83	0,983	1,93	3,291
	I	68	37	76	0,988	1,61	3,328
S. delicatulus	M	95	35	74	0,984	5,99	3,034
	F	111	33	77	0,988	4,68	3,099
	I	93	24	60	0,986	8,94	3,311
	T	138	24	77	0,993	2,14	3,287
S. gracilis	M	82	39	79	0,988	3,18	3,148
	F	96	38	86	0,991	2,96	3,167
	I	92	27	65	0,988	2,09	3,248
	T	140	27	86	0,994	2,27	3,228
H. ovalaua	T	128	41	99	0,985	2,14	3,270

5.2.3. CROISSANCE

Le regroupement par campagnes de pêche des observations sur les distributions de fréquence de taille ne montre pas d'évolution suivie et cohérente des modes pour les espèces à cycle biologique court (figures 41 et 43).

Deux explications peuvent être avancées. D'une part les campagnes sont espacées de deux et parfois trois mois et cet intervalle de temps est trop grand pour observer des évolutions de cohortes lorsque la croissance de l'espèce est rapide. D'autre part, au cours d'une campagne, c'est-à-dire à une même période, les tailles modales chez une espèce ne sont pas les mêmes d'une baie à l'autre ; ceci étant dû à une absence de synchronisme de la ponte entre les différents lieux, et au fait qu'une différence de quelques semaines pour ces espèces de petite taille à croissance rapide est un facteur significatif.

La station de Dumbéa, par contre a en général été visitée tous les mois, mais seul Stolephorus heterolobus est pêché fréquemment à cette station.

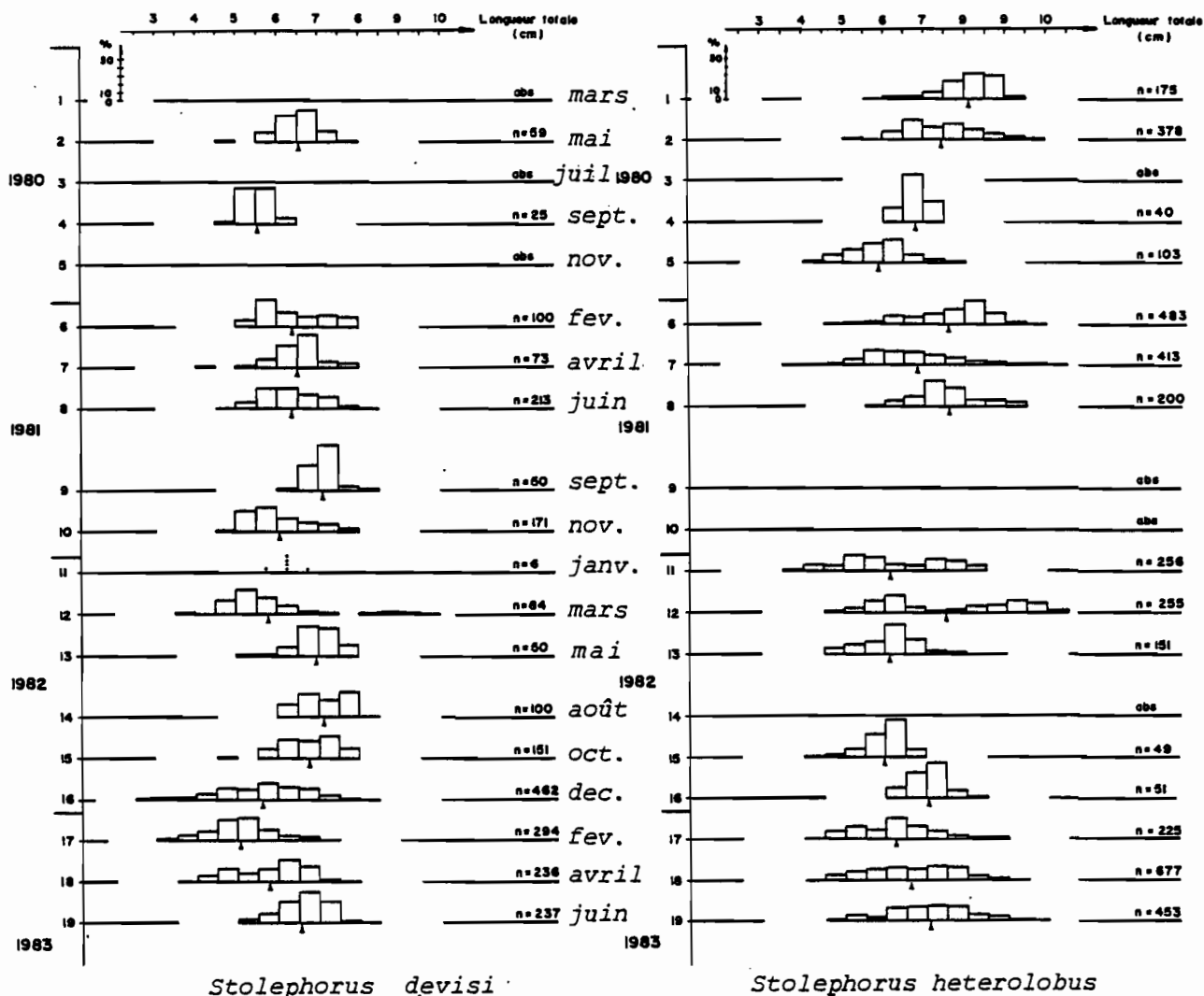


Figure 41. Distribution des fréquences de tailles de Stolephorus heterolobus et Stolephorus devisi pour l'ensemble des stations.

5.2.3.1. Stolephorus heterolobus

La figure 42 présente les distributions de fréquence de taille de S. heterolobus en baie de Dumbéa. En 1982 du 18.01.82 au 14.04.82 il semble que l'on puisse suivre une cohorte, mais ensuite aucune évolution régulière ne paraît pouvoir être discernée.

Bien que les données soient très réduites nous avons tenté d'appliquer le programme ELEFAN. Les résultats sont à considérer avec beaucoup de réserve ; ils s'appliquent à un intervalle d'observation de 40 à 105 mm. Selon la série

d'échantillons pris pour établir l'ajustement on a :

échantillons	K(annuel)	Loo (L.T. mm)
1 à 5	4,8	107
1-2-4-5	3,7	107
2 à 5	4,5	110

Des lectures d'otolithes ont été tentées, mais sur cet anchois les stries sont très confuses et les comptages nous ont paru trop incertains.

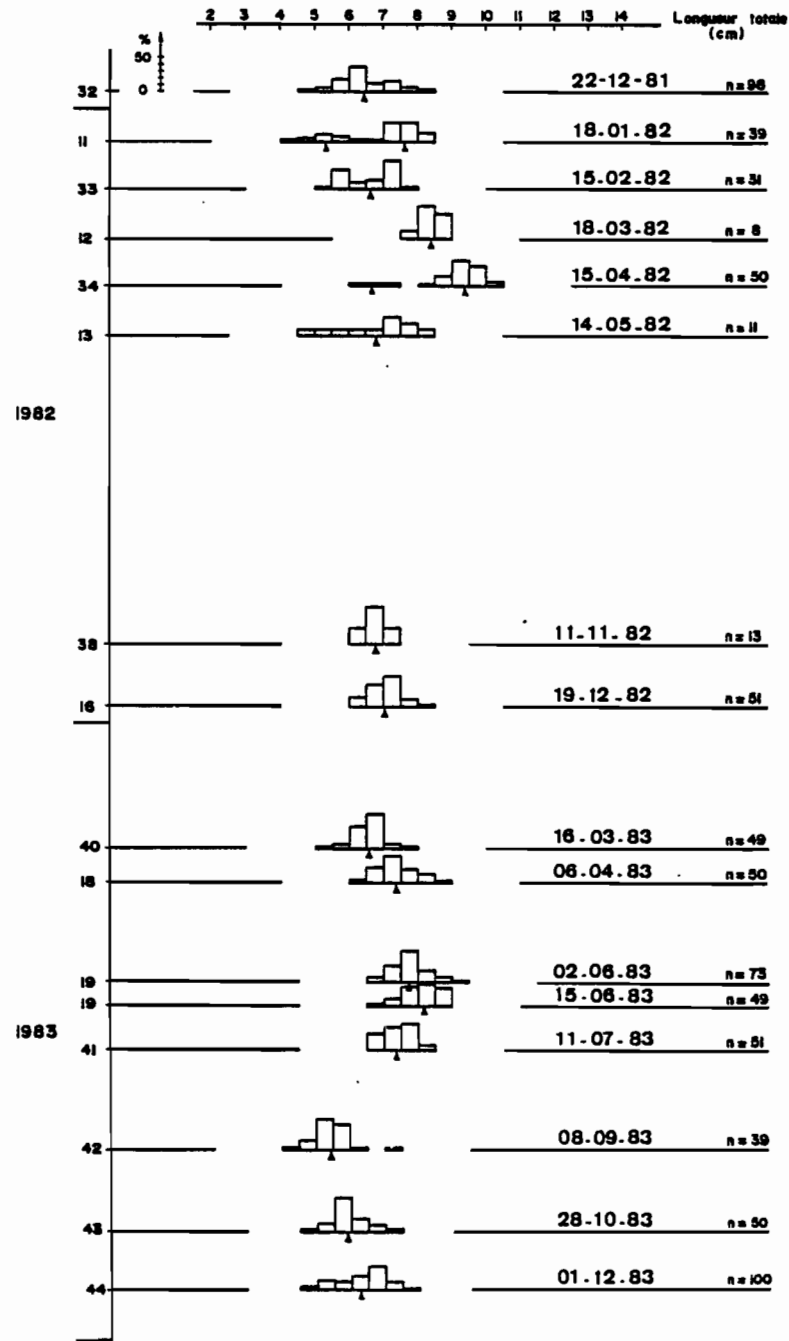


Figure 42 . Distribution des fréquences de taille de Stolephorus heterolobus à la station de Dumbéa.

La croissance de cette espèce a été étudiée par plusieurs auteurs et dans plusieurs pays . THAM (1966) dans les détroits de Singapour, BURHANUDDIN et al. (1975) en Indonésie près de Djakarta, MULLER (1977) à Palau, THIERNEY (1979), DALZELL et WANKOWSKI (1980) et DALZELL (1984) en Nouvelle-Guinée, province de Nouvelle-Irlande. Les paramètres des équations de croissance trouvées par ces auteurs sont donnés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Paramètres d'ajustement des fonctions de croissance de S. heterolobus selon divers auteurs.

auteur	L infini L.S. mm	K annuel	to annuel
Burhanuddin et al.	97	2,41	-0,057
Tham	89	2,08	-0,044
Muller	91	2,12	-0,009
Dalzell et Wankowski	96	4,09	-0,004
Dalzell : Passe Ysabel	79	2,6	-0,036
Cap Lambert	87	2,4	-0,036

La comparaison des paramètres des équations de croissance n'est à faire qu'avec la plus grande prudence, ceux-ci n'étant, comme l'ont montré JOSSE et al. (1979) "que de simples supports mathématiques auxquels il ne faut pas donner a priori, de caractères biologiques". Ces paramètres sont très sensibles au mode d'échantillonnage et aux modèles mathématiques utilisés pour les établir. Dans les études citées les méthodes employées sont très variables. MULLER (1976) échantillonnait deux fois par semaine et regroupait les distributions de fréquences sur une base mensuelle ; THAM (1966) et BURHANUDDIN et al. (1975) échantillonnaient toutes les deux ou quatre semaines ; THIERNEY (1979) et DALZELL et WANKOWSKI (1980) établissaient des filiations de modes sur des observations décadaires ; DALZELL (1984) utilisait le programme ELEFAN avec un grand nombre de distribution de fréquences ; nous avons appliqué ELEFAN à quelques distributions de fréquences qui semblaient avoir une filiation modale.

LE GUEN (1973) et LAUREC et LE GUEN (1981) montrent qu'en présence d'une grande diversité de méthodes, il est seulement possible de comparer entre eux les accroissements dans le temps, en veillant à ne pas extrapoler la fonction de von Bertalanffy hors des limites des observations qui ont servi à l'établir.

Le tableau 20 présente les longueurs standards de S. heterolobus entre 2 et 5 mois selon différentes études. Au-delà de l'apparente hétérogénéité des résultats des diverses études, on peut noter que dans tous les cas l'augmentation de taille entre le 3ème et le 5ème mois ne varie qu'entre 14 et 17 mm.

Tableau 20. Longueur standard (mm) en fonction de l'âge en divers lieux et selon différents auteurs.

auteur	âge en mois			
	2	3	4	5
Muller (1976)	30	40	49	56
Tham (1966)	31	40	48	55
Dalzell (Passe Ysabel, 1984)	32	41	48	55
Dalzell (Cap Lambert, 1984)	34	43	51	58
Burrhanuddin et al. (1975)	39	51	60	67
Thierney (1979)	41	55	63	70
Dalzell et Wankowski (1980)	48	62	71	78
Présente étude (lent)	42	56	65	73
(rapide)	50	64	74	81

5.2.3.2. Stolephorus devisi

Cette espèce est peu fréquente en baie de Dumbéa et aux autres stations le délai de 2 mois entre les campagnes est trop grand pour suivre une progression modale sur cet anchois de petite taille à croissance rapide. Nous n'avons pas réussi à estimer les paramètres de la fonction de croissance.

Certains des auteurs cités précédemment ont étudié la croissance de S. devisi, leurs résultats et l'accroissement des poissons entre 3 et 5 mois sont donnés dans le tableau 21.

Tableau 21. Comparaison des paramètres, des équations de croissance, et accroissement entre la fin des troisièmes et cinquièmes mois.

auteur	L infini	K	to	accroissement
	L.S. mm.	annuel	annuel	90 à 150 j
Burhanuddin et al.	88	3,4	-0,011	16
Dalzell et Wankowski	82	5,0	-0,004	16
Dalzell (Passe Ysabel)	74	2,1	-0,074	11
(Cap Lambert)	75	2,4	-0,074	12

5.2.3.3. Spratelloides delicatulus et S. gracilis

Ces deux espèces de petits sprats ont une croissance rapide et des recrutements fréquents et comme pour les anchois qui viennent d'être étudiés, le délai de 2 mois entre les campagnes est trop grand pour suivre une progression modale. Les incréments sur les otolithes paraissent nets mais les lectures qui ont pu être faites n'ont pas donné de résultats cohérents.

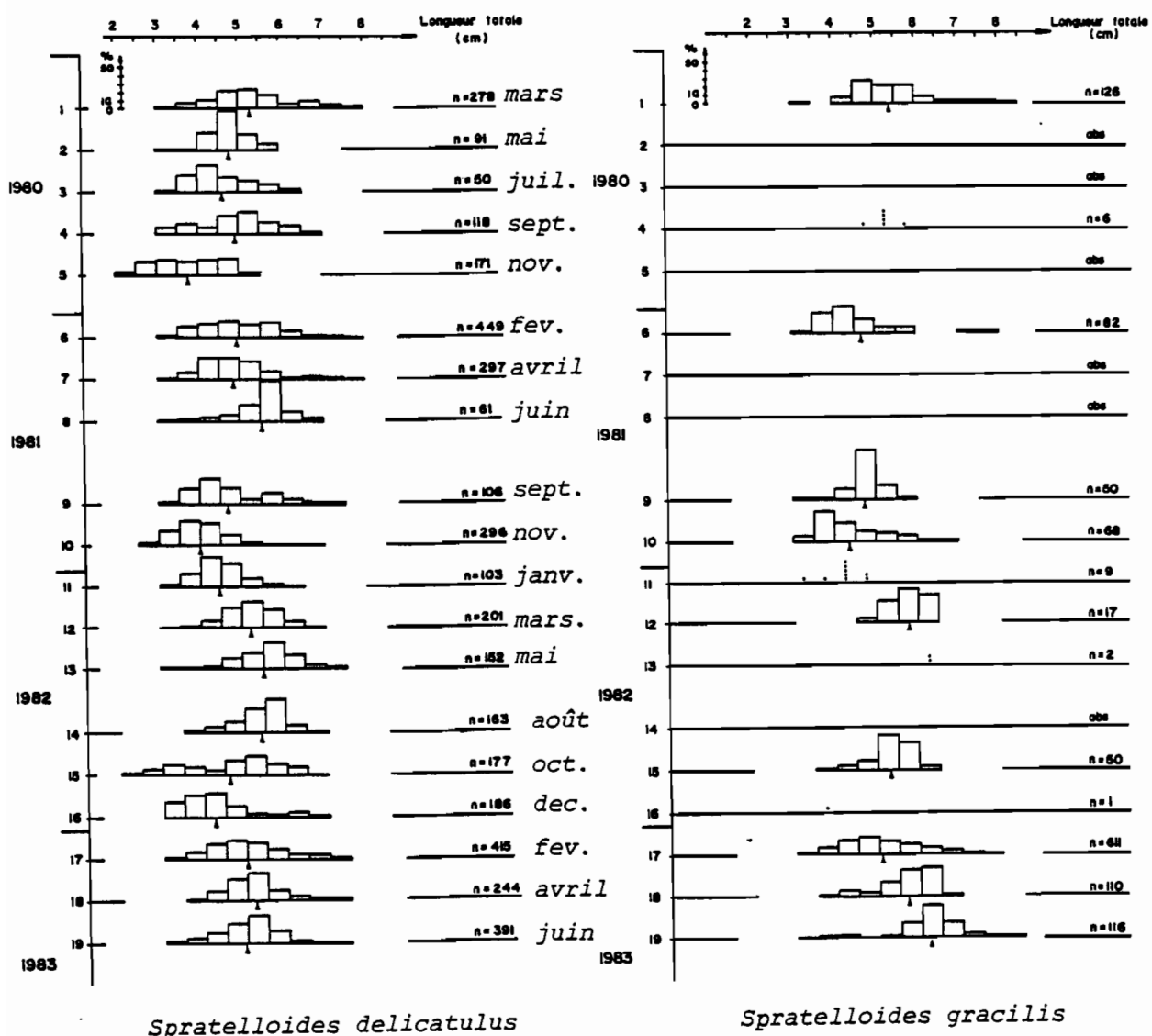


Figure 43. Distributions de fréquence de taille par campagne pour l'ensemble des stations.

S. delicatulus a été étudié à Fidji par MUNCH-PETERSEN (1983). Entre 25 et 70 mm (L.F.) il obtient les paramètres :

$$L_{\infty} = 75 \text{ mm} \quad K = 4,38 \quad t_0 = 0.$$

S. gracilis a été étudié en Papouasie-Nouvelle-Guinée à la Passe Ysabel par THIERNEY (1979), DALZELL et WANKOWSKI (1980) puis DALZELL (1984). Leurs résultats sont très voisins.

auteur	L infini	K	t ₀
Thierney	89	3,9	-0,001
Dalzell et Wankowski	83	4,38	-0,004
Dalzell	76	4,3	-0,008

5.2.3.4. Autres espèces

L'anchois du large Stolephorus punctifer, et le petit prêtre Hypoatherina ovalaua, apparaissent trop occasionnellement dans les pêches pour que l'étude de leur croissance soit possible. Aucune information n'a pu être trouvée dans la littérature.

5.2.4. MORTALITE

La croissance et la mortalité étant deux phénomènes liés, les paramètres servant à les décrire sont eux-mêmes liés dans les populations non exploitées. Nous venons de voir combien les estimations variaient selon les auteurs et les régions. Ceci étant le reflet sans doute des diverses techniques mathématiques utilisées, mais aussi de la variabilité phénologique de ces espèces.

Les courbes de captures en fonction de diverses hypothèses de croissance sont présentées dans la figure 44 et les coefficients de mortalité naturelle sont donnés dans le tableau 22.

Tableau 22. En fonction de diverses hypothèses de croissance, coefficients de mortalité totale Z calculés avec les courbes de capture.

Stolephorus heterolobus			
si L = 100	avec	K = 2,5	Z = 6,3
		K = 3,5	Z = 9
		K = 4,5	Z = 11,4
si L = 95	avec	K = 2,5	Z = 5,4
		K = 3,5	Z = 7,7
		K = 4,5	Z = 9,9
Stolephorus devisi			
si L = 90	avec	K = 2,5	Z = 8,3
		K = 3,5	Z = 11,6
		K = 4,5	Z = 15,0
si L = 85	avec	K = 2,5	Z = 5,7
		K = 3,5	Z = 8,0
		K = 4,5	Z = 10,2
Spratelloides delicatulus			
si L = 75	avec	K = 4	Z = 12,7
		K = 5	Z = 15,9
Spratelloides gracilis			
si L = 80	avec	K = 4	Z = 10,6
		K = 5	Z = 14,3

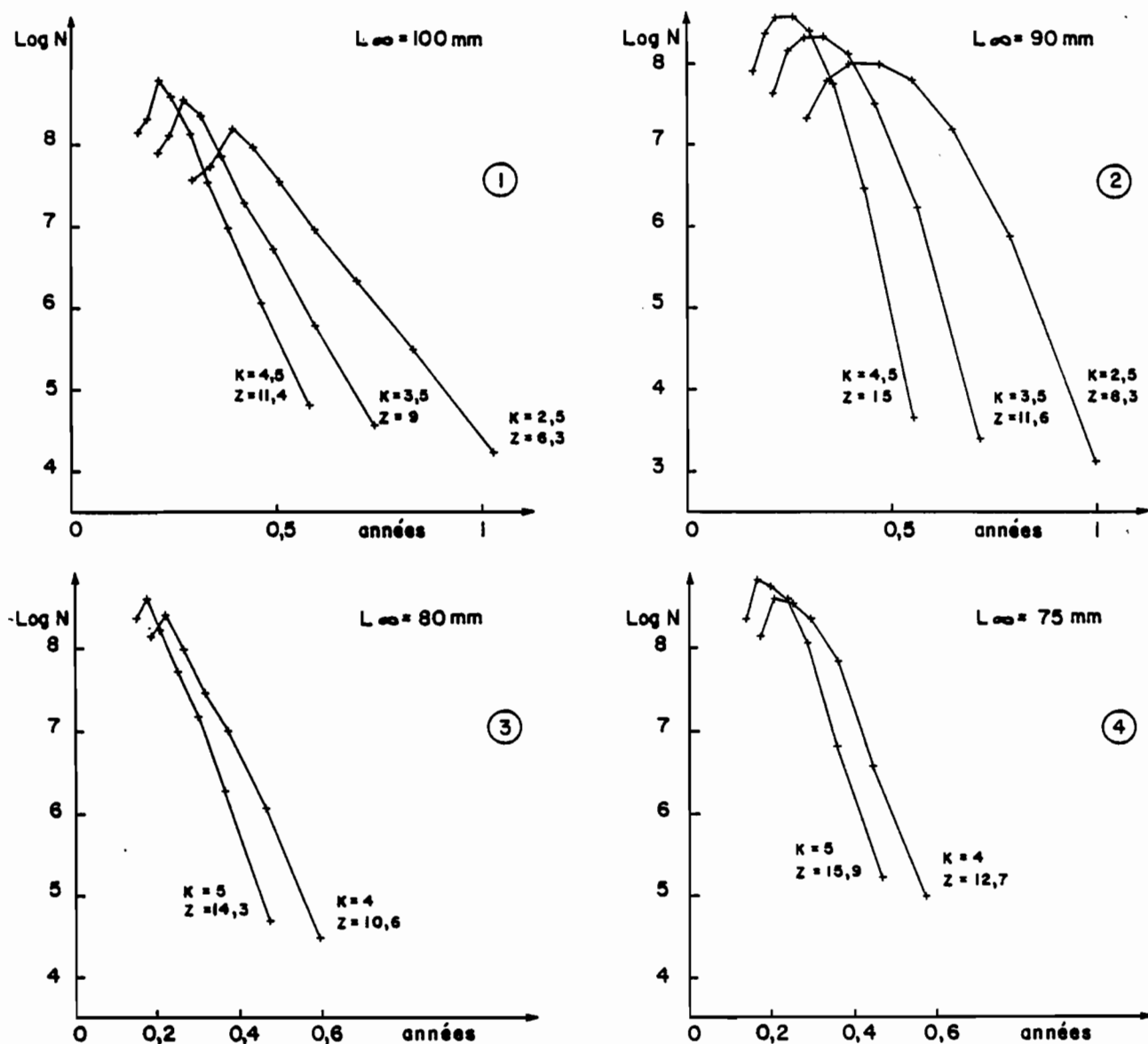


Figure 44. Courbes de captures en fonction de divers hypothèses de croissance. 1 : S. heterolobus , 2 : S. devisi , 3 : S. gracilis , 4 : S. delicatulus.

En l'absence de pêche en Nouvelle-Calédonie, le coefficient de mortalité naturelle M correspond au coefficient de mortalité totale Z . Les valeurs observées sont très élevées mais logiques compte tenu de la croissance rapide et de la faible taille de ces espèces.

DALZELL (1984) a étudié la mortalité de ces espèces sur les côtes de Papouasie-Nouvelle-Guinée.

- Pour S. heterolobus, sur un stock pêché, il observe des coefficients variant selon les années de 7,6 à 14. La relation entre la mortalité totale et l'effort de pêche indique pour un effort nul une mortalité naturelle de l'ordre de 6,2.
- Pour S. devisi, sur le stock pêché les coefficients de mortalité varient de 7,5 à 11,4 et pour un effort nul ils seraient de l'ordre de 7,1. Sur un stock non exploité, il estime la mortalité naturelle à 7,5.
- Pour S. gracilis sur un stock pêché le coefficient de mortalité varie de 12,6 à 15,5 et avec un effort nul il serait de 12.

5.2.5. EVOLUTION DE LA BIOMASSE DES COHORTES

L'évolution de la biomasse d'une cohorte de 100 000 S. heterolobus à l'âge de 2 mois a été analysée avec diverses hypothèses sur les paramètres de la fonction de croissance et un calcul analogue a été fait pour S. devisi avec 200 000 individus âgés de un mois et demi. Les courbes obtenues sont présentées à la figure 45a. Chez ces deux espèces la taille de première reproduction est voisine de la taille critique.

Pour les petits sprats, Spratelloides delicatulus et S. gracilis, les évolutions de cohortes de 300 000 individus à l'âge de un mois et demi ont été analysées, avec pour chaque espèce deux séries d'hypothèses sur la croissance et la mortalité (figure 45b). Chez ces deux espèces, la taille de première reproduction serait, avec les hypothèses envisagées, sensiblement supérieure à la taille critique. A ce moment, la biomasse de la cohorte a déjà diminué d'un tiers environ par rapport à son maximum. Une telle situation est surprenante et fait douter de la valeur des estimations du coefficient de mortalité. Cependant, si ces paramètres sont corrects, la diminution de la biomasse du stock avant que la reproduction n'ait commencée, indique une grande fragilité de ce stock à l'exploitation, ou aux conditions naturelles défavorables. C'est ce qui a été observé en Papouasie-Nouvelle-Guinée (cf. 3.6).

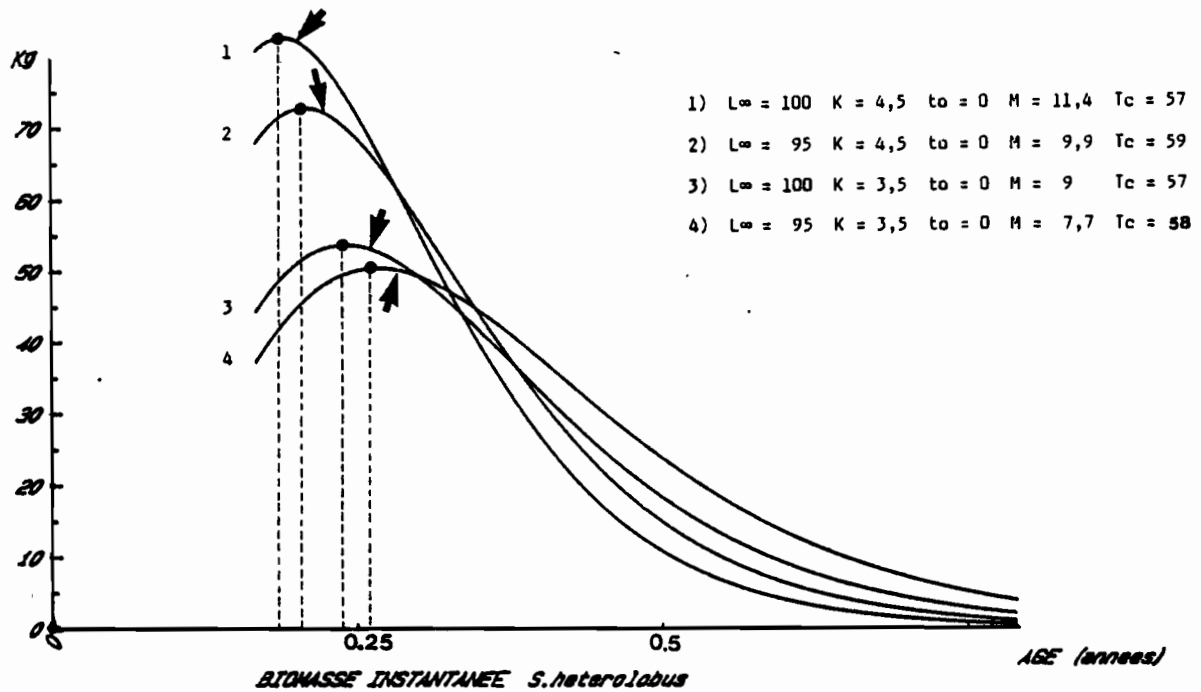
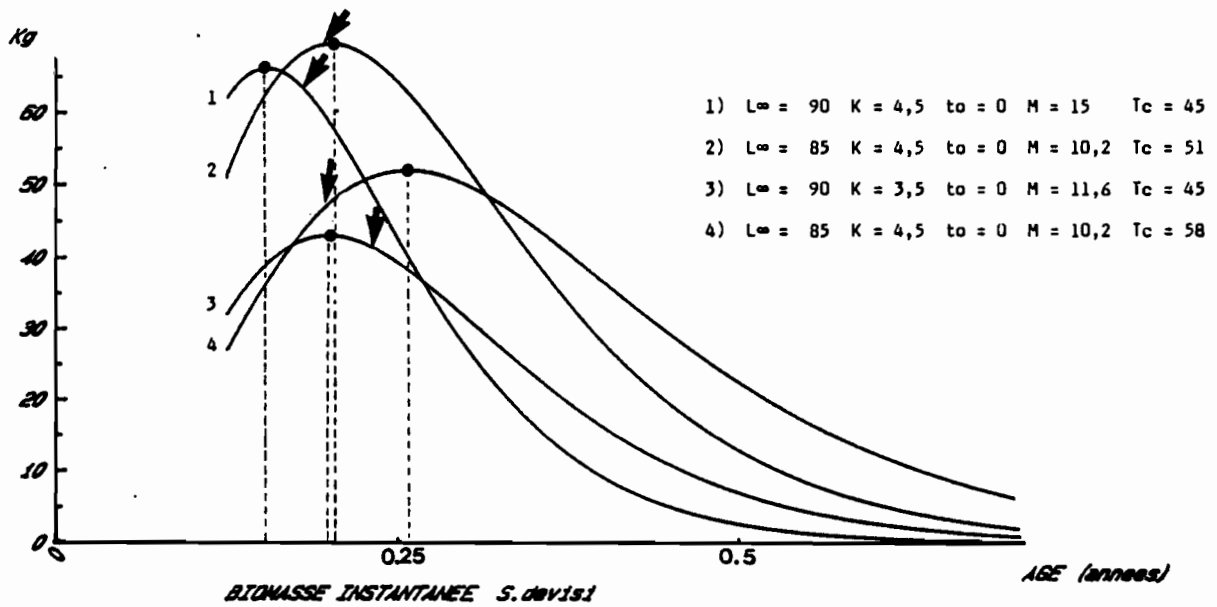


Figure 45a. Evolution de la biomasse instantanée avec diverses hypothèses sur la croissance et la mortalité (Les tailles critiques, T_c , sont exprimées en mm, et l'âge de première reproduction est indiqué par une flèche). a) *Stolephorus heterolobus*, 100 000 individus à 2 mois ; b) *Stolephorus devisi*, 200 000 individus à 1,5 mois.

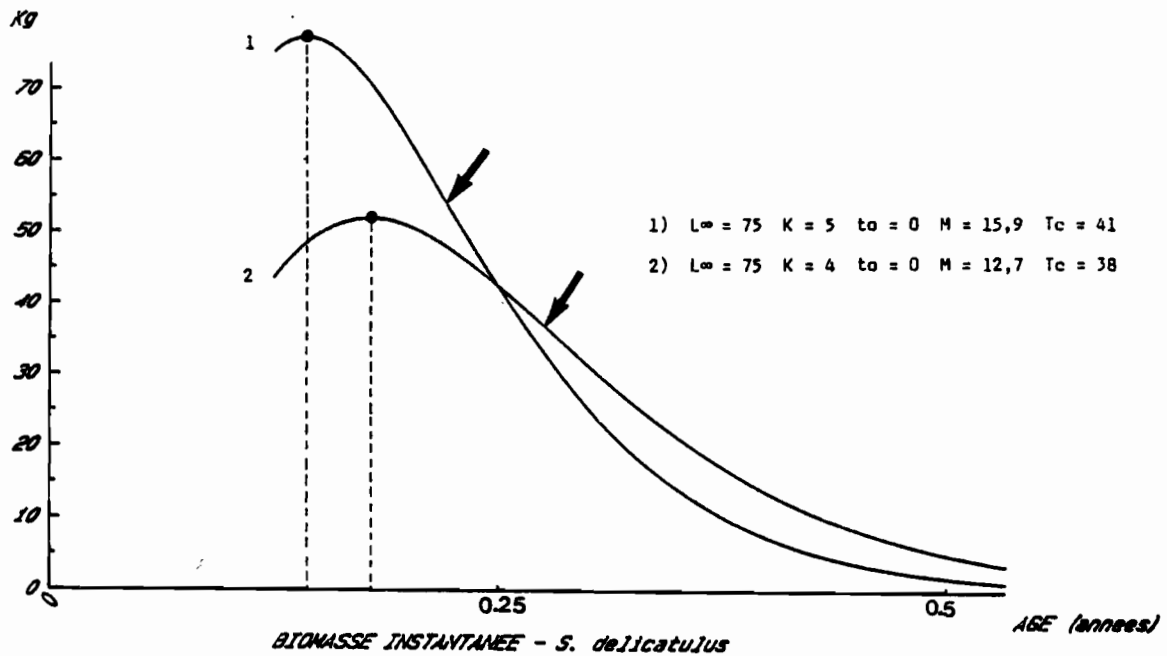
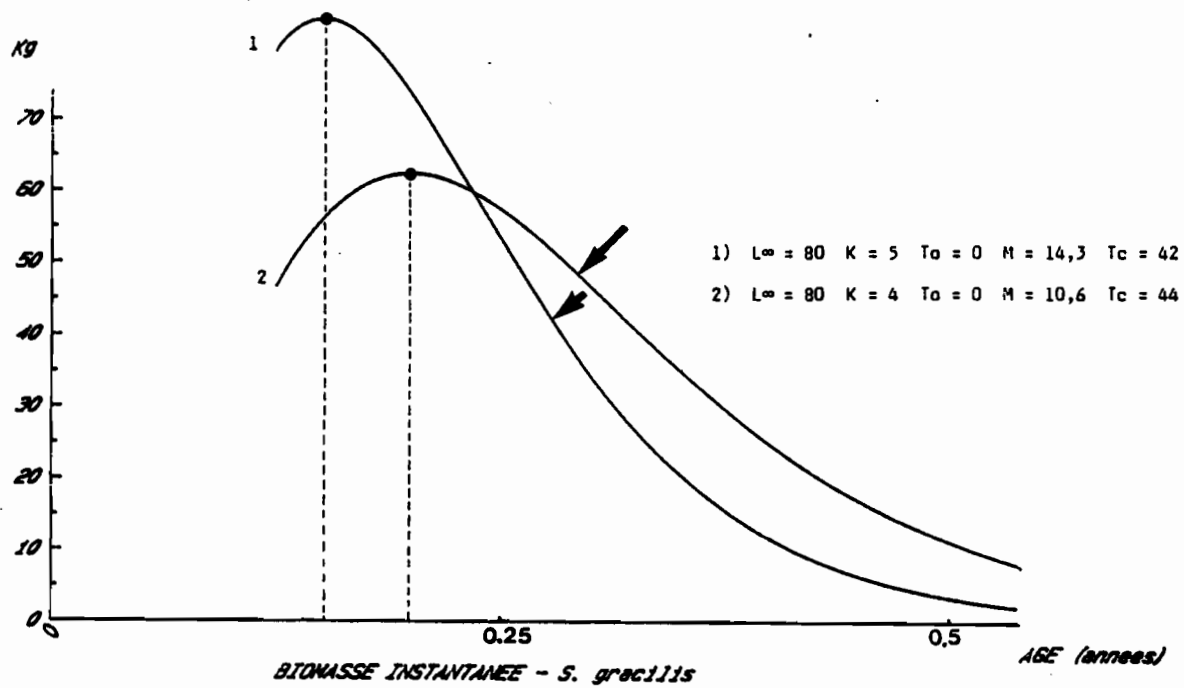


Figure 45b. Evolution de la biomasse instantanée avec diverses hypothèses sur la croissance et la mortalité. (Les tailles critiques, T_c , sont exprimées en mm, et l'âge de première reproduction est indiqué par une flèche). a) Spratelloides delicatulus, 300 000 individus à 1,5 mois ; b) Spratelloides gracilis, 300 000 individus à 1,5 mois.

5.2.6. CONCLUSION

Les espèces qui viennent d'être étudiées présentent un certain nombre de caractères communs.

- Elles sont de très petite taille et la longueur (totale) maximale se situe entre 7 et 10 cm.
- Le sex-ratio paraît équilibré.
- La taille à la première maturité est de 5 à 6 centimètres.
- Toute l'année des individus sont matures et se reproduisent. La proportion des poissons en activité sexuelle, plus faible de mars à août est particulièrement élevée entre octobre et décembre.
- La fécondité relative par ponte se situe entre 500 et 1 500 ovocytes/gramme de poisson ce qui représente une situation moyenne chez les poissons. (Mais une fécondité par ponte a-t-elle une grande signification ?).
- La croissance est rapide, et la première maturité est atteinte en 3 mois environ.
- La mortalité est forte et peu d'individus survivent au-delà de 6 à 9 mois.

Le trait le plus remarquable chez ces espèces est leur petite taille. La réduction de taille n'est pas rare chez les Téléostéens puisque LINDSEY (1966) dénombre au moins 1 800 espèces ne dépassant pas 10 cm, ce qui constitue environ 10 % de cette sous-classe. Malgré la tendance générale des êtres vivants, à l'évolution vers une augmentation de la taille, tous les petits téléostéens dériveraient d'ancêtres de leur groupe de plus grande taille qui se seraient adaptés à certains biotopes, ou à des conditions biologiques favorisant la réduction de taille.

Des études sur la nutrition ont montré l'importance de la relation entre la taille des proies et celle des prédateurs afin d'optimiser le rapport entre l'énergie consacrée à la prédation et à l'alimentation, et l'apport énergétique de la proie. Sur les larves de poisson, en particulier, ces relations ont été mises en évidence (LASKER et al., 1970, et HUNTER, 1976, sur l'anchois de Californie ; BÉYER et LAURENCE, 1980, sur le hareng, pour ne citer que quelques exemples). De même, KERR (1971) et SCHOENER (1971) ont montré que la réduction de taille chez les poissons était une adaptation permettant d'augmenter le bilan énergétique pour la capture des proies lorsque les ressources alimentaires sont composées d'organismes de petite taille. Ainsi, cette réduction de taille chez certaines espèces de poissons pélagiques des lagons coralliens, leur permet d'occuper au mieux une strate biologique.

Bien que les espèces qui viennent d'être étudiées soient considérées comme pélagiques, elles peuvent néanmoins, à certains moments de la journée en particulier, devenir plus ou moins épibenthiques et utiliser les espaces restreints entre les "branches" de coraux et les racines de palétuviers. Ces niches, accessibles seulement à des individus de petite taille, offrent une protection contre les prédateurs.

Si la réduction de taille peut constituer un facteur favorable à l'espèce dans certains aspects de sa biologie, elle présente aussi des aspects défavorables. Le principal est la vulnérabilité à la prédation. La vitesse de natation étant liée à la taille des organismes, les petits poissons sont en règle générale moins rapides que les plus grands et donc l'objet d'une chasse intense.

Cette vulnérabilité à la prédation a pour conséquence une augmentation de la mortalité et implique pour la survie de l'espèce certaines adaptations de la reproduction. MILLER (1979) dans un article intitulé "la petite taille chez les Téléostéens: implications et facultés d'adaptations" écrit : "Si la prédation est le principal facteur de mortalité tout au long de la vie, la réponse phénologique sera une maturité sexuelle précoce et un effort reproductif intense quel que soit l'effet de la reproduction sur la survie des adultes. Le raccourcissement de la durée de vie par les facteurs propres aux contraintes physiologiques de la reproduction, ne sera pas défavorable dans le bilan global de l'effort de reproduction. Ce type de biologie constitue un exemple typique de sélection r avec les caractéristiques des populations en perpétuelle expansion sans limitation dépendante de la densité".

En pays tempéré ou dans les régions à variations saisonnières marquées, ce raccourcissement de la durée de vie se heurte à la nécessité pour l'espèce de synchroniser sa reproduction avec la période où les conditions permettent le développement de ses oeufs et larves. Ainsi les espèces de poissons avec plus d'une génération par an sont peu nombreuses. Dans les régions où les conditions de l'environnement sont assez stables et la variabilité saisonnière peu marquée, ce raccourcissement conduit à une rotation rapide de populations ayant un cycle de vie inférieur à l'année. Il permet un ajustement constant aux conditions du milieu au moyen d'un faible recrutement si les conditions sont défavorables, ou d'une véritable explosion si elles sont bonnes.

5.3. LES ESPECES A CYCLE BIOLOGIQUE ANNUEL. RESULTATS.

Stolephorus indicus, Stolephorus insularis, Thrissina baelama, Herklotsichthys quadrimaculatus, Amblygaster sirm, Amblygaster clupeioides, Dussumieria sp. type A, Dussumieria sp. type B, Atherinomorus lacunosus, Leiognathus bindus, Gazza minuta, Rastrelliger kanagurta, Decapterus russelli.

5.3.1. REPRODUCTION

5.3.1.1. Sex-ratio

L'étude du sex-ratio a été limitée à quelques observations sur certaines espèces ; celles-ci sont présentées dans le tableau 23 et illustrées par la figure 46.

Tableau 23. Distribution des sexes par pêches et par classe de taille.

	S. insularis		H. quadrimaculatus épervier		H. quadrimaculatus bouki-ami		A. sirm		A. lacunosus	
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles
Pêche 1	43	27	46	31	43	57	39	61	47	17
2	51	49	65	34	51	49	42	58	51	49
3	32	23	54	31	42	50	66	34	63	37
4	23	26	74	56	12	88	28	77	28	66
5			100	60	23	27	28	38		
6			139	72	15	21				
7			66	34						
8			27	127						
9			59	60						
Classes LT										
70- 79	3	2							11	1
80- 89	30	30				1			31	5
90- 99	39	27	1		5	6			41	23
100-109	44	37	1		20	15			72	66
110-119	33	28	47	17	41	37			34	62
120-129		1	215	109	76	118		1		12
130-139			287	147	21	91		2		
140-149			57	116	10	15	13	11		
150-159			13	70	13	9	32	20		
160-169			10	44			59	79		
170-179				2			42	80		
180-189							27	36		
190-199							20	21		
200-209							6	8		
210-219							2	5		
220-229							2	3		
230-239								2		
Total	125	149	631	505	186	292	203	268	189	169

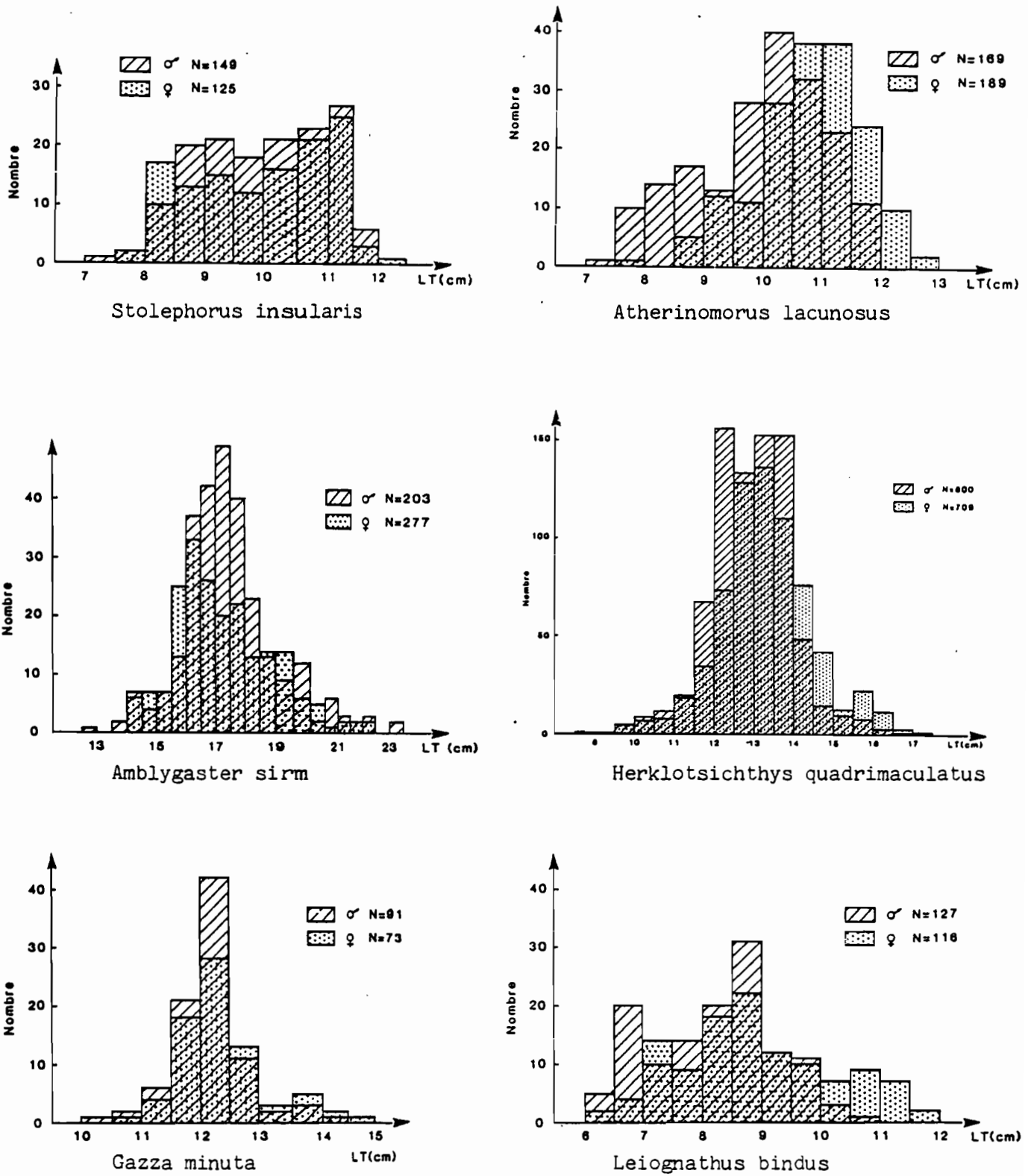


Figure 46. Répartition par classe de taille des mâles et des femelles.

Stolephorus insularis.

La proportion de mâles et de femelles est équilibrée dans les 4 échantillons analysés, ainsi que dans la distribution par taille des mâles et des femelles.

Herklotsichthys quadrimaculatus.

Les observations ont porté sur des poissons capturés au bouki-ami et sur d'autres pris à l'épervier. On constate une grande variabilité d'une pêche à l'autre, et le sex-ratio est souvent différent de 50 %, indiquant que les bancs sont fréquemment dominés par un sexe. Ce phénomène se remarque surtout sur les poissons pris à l'épervier qui proviennent d'un seul, ou d'un nombre réduit, de bancs. Il est moins net par contre sur les poissons pêchés de nuit au bouki-ami, quand les bancs sont le plus souvent dispersés. Le lamparo exerce alors son attraction sur des individus isolés.

Le déséquilibre en faveur des mâles chez les jeunes adultes, et inversement des femelles chez les plus grands individus est très net. Il a aussi été observé par LEWIS et al. (1983) et WILLIAMS et CLARKE (1983).

Amblygaster sirm, Atherinomorus lacunosus, Leiognathus bindus, Gazza minuta.

Chez ces espèces on observe que le sex-ratio varie de façon importante d'une pêche à l'autre. Le total des observations montre souvent une prédominance d'un sexe ou de l'autre, mais il serait risqué de conclure en raison du faible nombre d'échantillons analysés. Les mâles sont en général plus nombreux dans les petites tailles et les femelles dominent chez les individus les plus grands. Ce phénomène déjà observé, chez H. quadrimaculatus, certains anchois et les petits sprats, semble être commun à de nombreuses espèces.

5.3.1.2. Taille à la première maturité

Les figures 47a, b et c ainsi que le tableau 24 indiquent les tailles à laquelle le sexe peut être distingué à l'oeil nu, et les tailles de première maturité.

Les observations sur les **grands sprats** étaient trop peu nombreuses pour calculer des pourcentages qui aient une réelle signification. Les tailles de première maturité indiquées correspondent aux seuils de taille pour lesquels le RGS moyen des femelles, en période de reproduction, augmente brusquement.

Pour les **sardinelles** (A. sirm et A. clupeioides), le tracé des courbes du pourcentage des femelles matures en fonction de la taille se heurte à une difficulté. En effet, on observe une cohorte annuelle dont la distribution des tailles présente une structure classique de distribution en cloche.

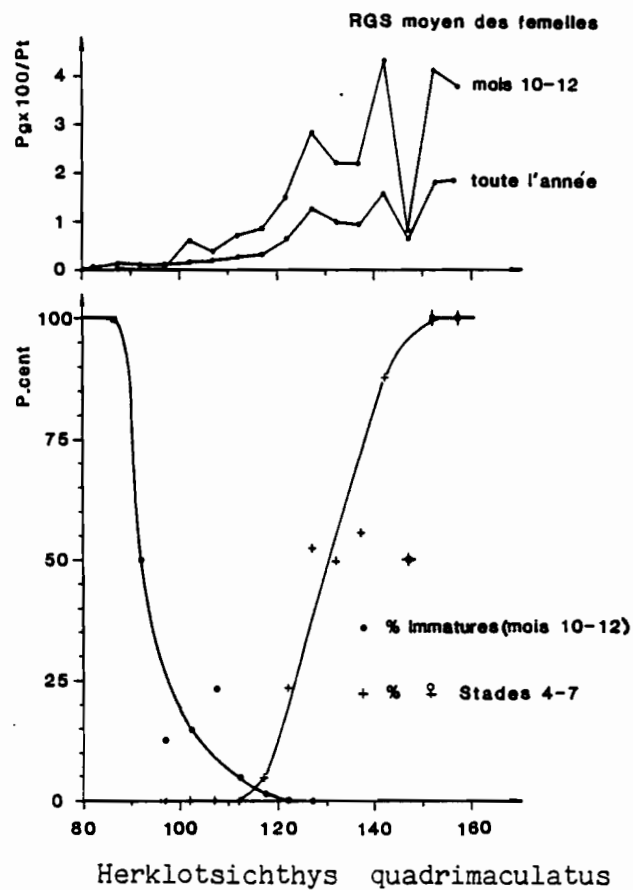
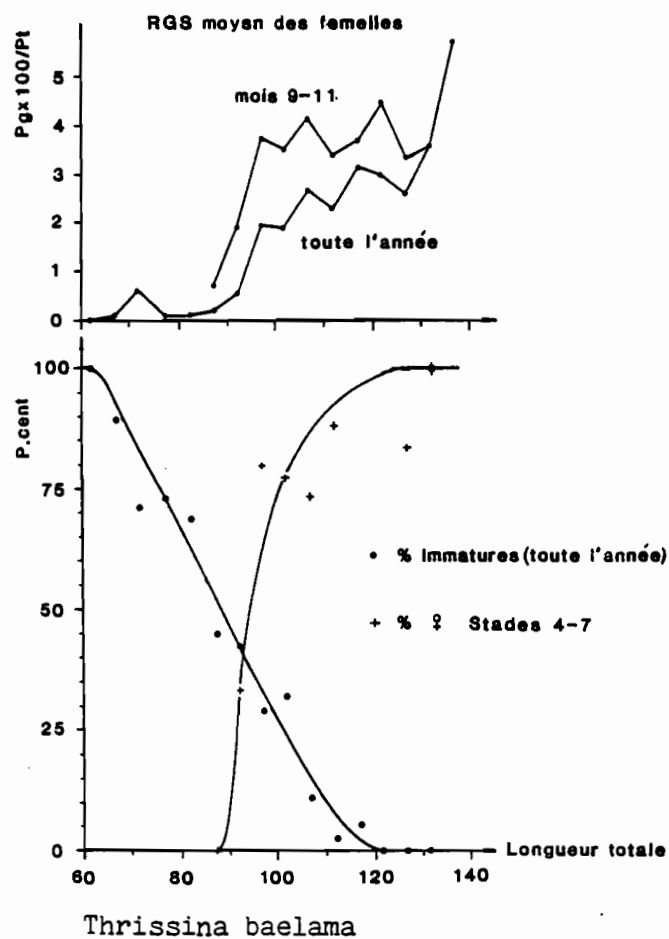
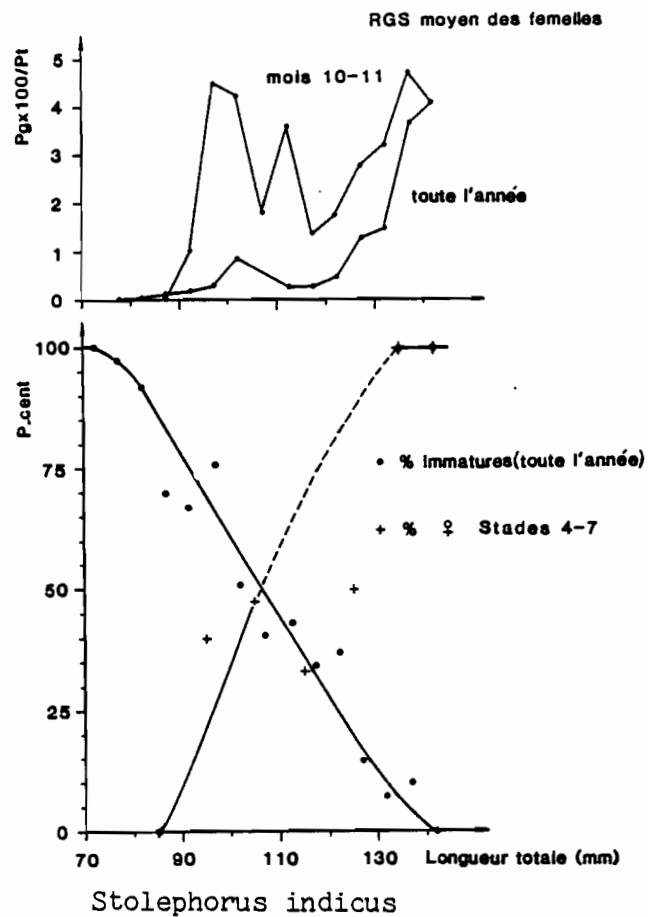
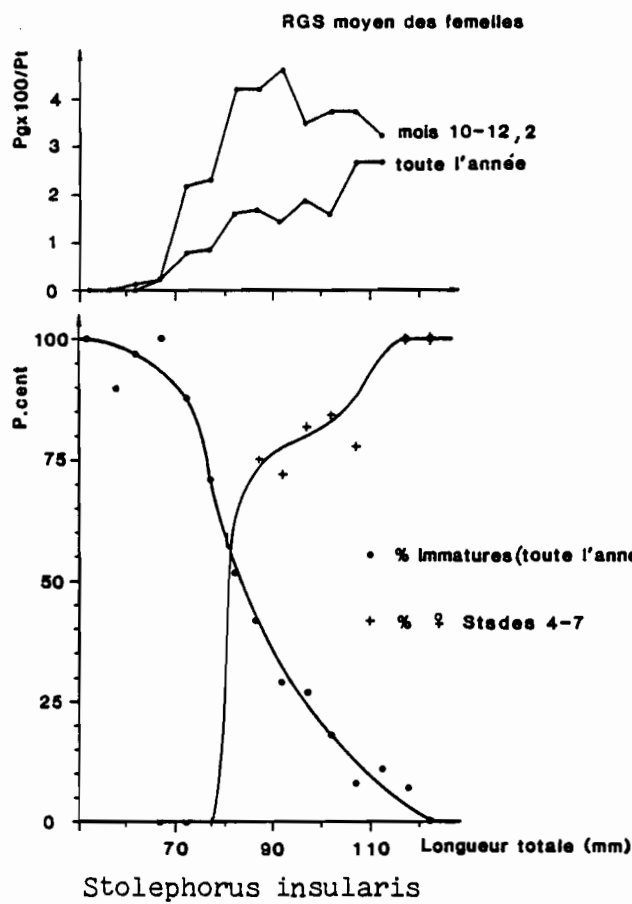
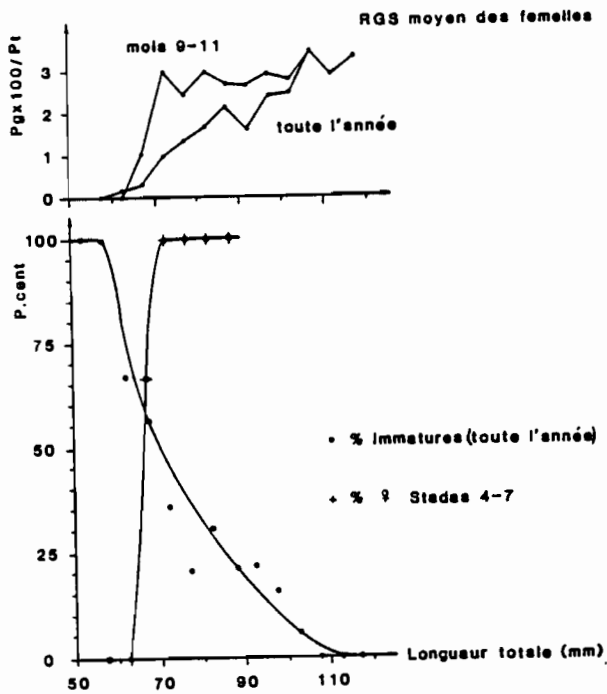
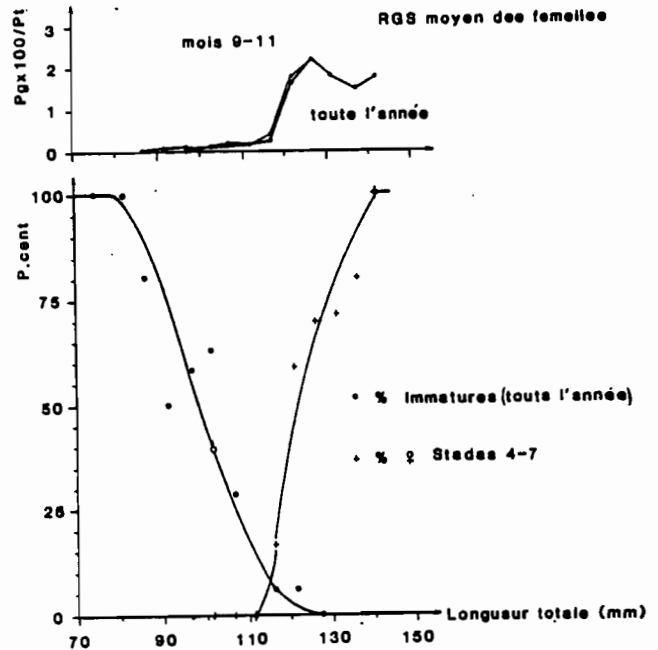


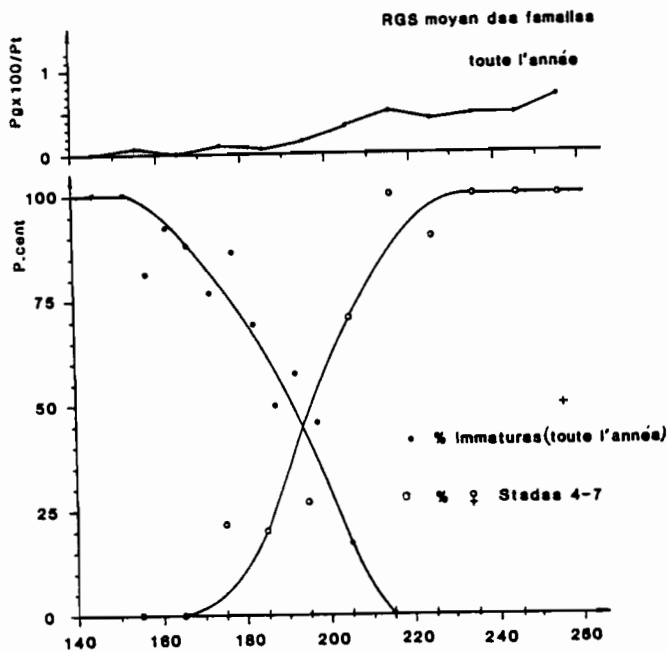
Figure 47a. Taille de première maturité et taille à laquelle le sexe peut être identifié à l'oeil nu.



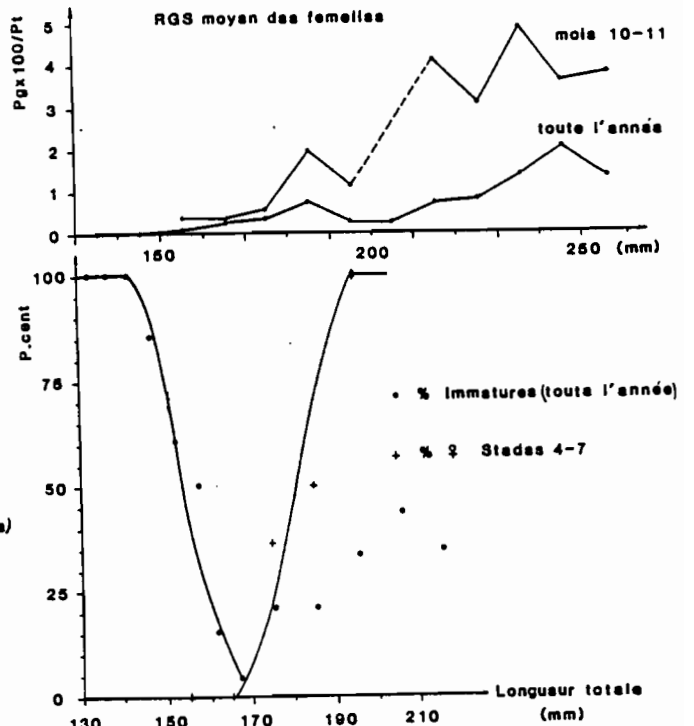
Leiognathus bindus



Gazza minuta



Rastrelliger kanagurta



Decapterus russelli

Figure 47b. Taille de première maturité et taille à laquelle le sexe peut être identifié à l'oeil nu.

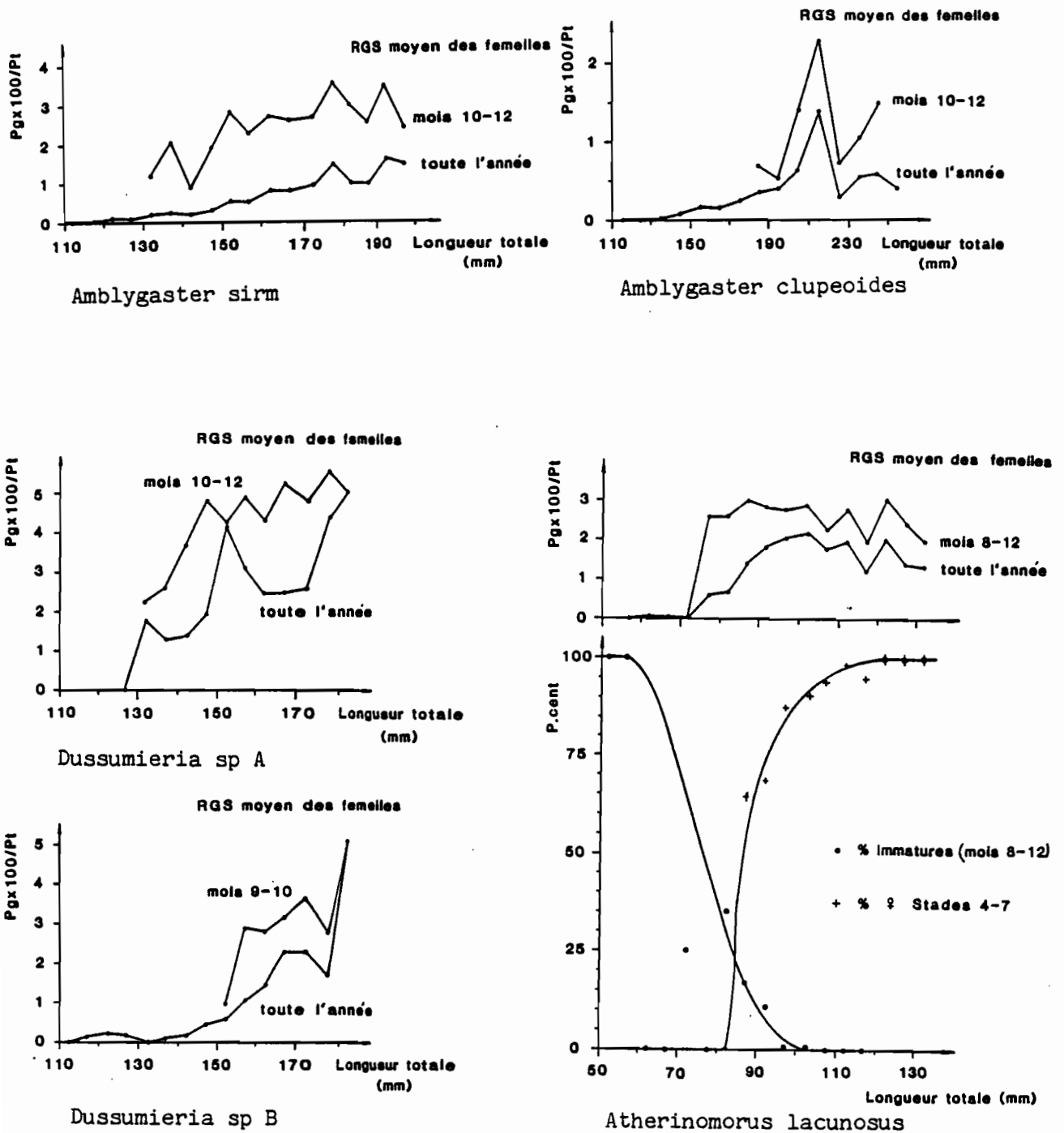


Figure 47c. Taille de première maturité et taille à laquelle le sexe peut être identifié à l'oeil nu.

Or l'évolution sexuelle et la maturation de ces individus sont synchrones et peu liés à la taille, et lorsque la saison de reproduction commence, tous les individus sont matures, y compris les individus les plus petits. Ainsi on a observé des femelles de A. sirm de 12 cm au stade 4. Ceci correspond à une taille potentielle, chez cette espèce en Nouvelle-Calédonie, pour maturer ses gonades. Mais si le taux de 50 % a été retenu pour définir la taille de première maturité c'est pour présenter un état sexuel moyen de la population, or dans le cas présent, les (ou le) plus petits individus ne représentent qu'une situation extrême dans la croissance et l'état moyen correspond au mode ou à la taille moyenne de la population à cette période. Ce sont ces valeurs qui ont été retenues. Elles correspondent par ailleurs aux seuils pour lesquels le RGS moyen des femelles augmente brusquement.

Tableau 24. Taille (L.T. en cm) de distinction macrocopique du sexe (50 % d'indéterminés) et de maturité des femelles (50 % stades 4 à 7).

ESPECE	: 50% indéterminés	: 50% stades 4 à 7
<i>Stolephorus insularis</i>	8	8,5
<i>Stolephorus indicus</i>	9	10,5
<i>Thrissina baelama</i>	8,5	9
<i>Herklotsichthys quadrimaculatus</i>	9,5	11
<i>Amblygaster sirm</i>	13	15
<i>Amblygaster clupeioides</i>	15	20,5
<i>Dussumieria type A</i>	13	13,5
<i>Dussumieria type B</i>	13,5	15
<i>Atherinomorus lacunosus</i>	7,5	8,5
<i>Leiognathus bindus</i>	7	8
<i>Gazza minuta</i>	10	12
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	19	20
<i>Decapterus russelli</i>	15	18

Si l'on cherche à comparer ces résultats à ceux obtenus dans d'autres pays on trouve :

S. insularis : - 5,5 cm L.S. en Papouasie-Nouvelle-Guinée (LEWIS et al., 1974)
- 5 cm L.S. à Singapour (THAM, 1967)

H. quadrimaculatus : - 9 cm L.S. à Majuro (HIDA et UCHIYAMA, 1977) et Hawaï (WILLIAMS et CLARKE, 1983)
- 9,5 cm L.S. à Fidji (LEWIS et al. 1983).
- 8 cm L.S. aux Seychelles (Anon. 1983 b)

- S. indicus : - 11,5 à 12,5 L.S. en Indonésie (HARDENBERG, 1934)
- A. lacunosus : - 5,5 cm L.S à Hawaï (HIDA et UCHIYAMA, 1977)
- 6,4 cm L.F. aux Seychelles (Anon, 1983b)
- R. kanagurta : - 21 cm à Mangalore, Inde (YOHANNAN, 1977)
(bien que l'auteur ne le précise pas, il s'agit probablement de longueur totale).

L'hétérogénéité des observations sur la taille à la première maturité tient d'une part aux différences de définition du critère choisi (taille pour laquelle 50 % des individus sont matures, ou taille moyenne à la ponte, ou encore taille à laquelle des individus atteignent la maturité). Elle est due d'autre part à une réelle variabilité biologique liée à la longueur maximale atteinte par l'espèce dans la région considérée et dépendant de facteurs de l'environnement.

Après conversion en un même système de mensuration (L.T. par exemple) il semble que les tailles de première maturité soient, dans la plupart des cas, plus élevées en Nouvelle-Calédonie que dans d'autres régions. On peut noter aussi que les températures minimales y sont plus basses et l'amplitude thermique plus grande que dans les régions indo-pacifique où ont été étudiées ces espèces.

Un phénomène comparable s'observe sur la sardinelle ronde (Sardinella aurita) des côtes Ouest-africaines dont les tailles à la première maturité ont été définies selon les mêmes critères (FONTANA et PIANET, 1973 ; ORSTOM, 1976 ; CONAND, 1977) dans des régions climatiquement différentes. On observe :

Sénégal:	1ère mat. à 20 cm (Lmax 32 cm ; T° 16 à 29°)
Congo :	" à 19 cm (Lmax 26 cm ; T° 19 à 28°)
Côte d'Ivoire-Ghana:	" à 15 cm (Lmax 21 cm ; T° 21 à 29°)

Deux hypothèses peuvent être émises : la maturation est plus précoce dans les eaux chaudes et l'effort énergétique de la reproduction réduit la croissance ; ou alors, la croissance y est moins rapide.

5.3.1.3. Périodes de reproduction

La variation annuelle du rapport gonado-somatique, de la proportion mensuelle des mâles, femelles et immatures et des divers stades d'évolution des gonades est présentée dans les figures 48a à 48f.

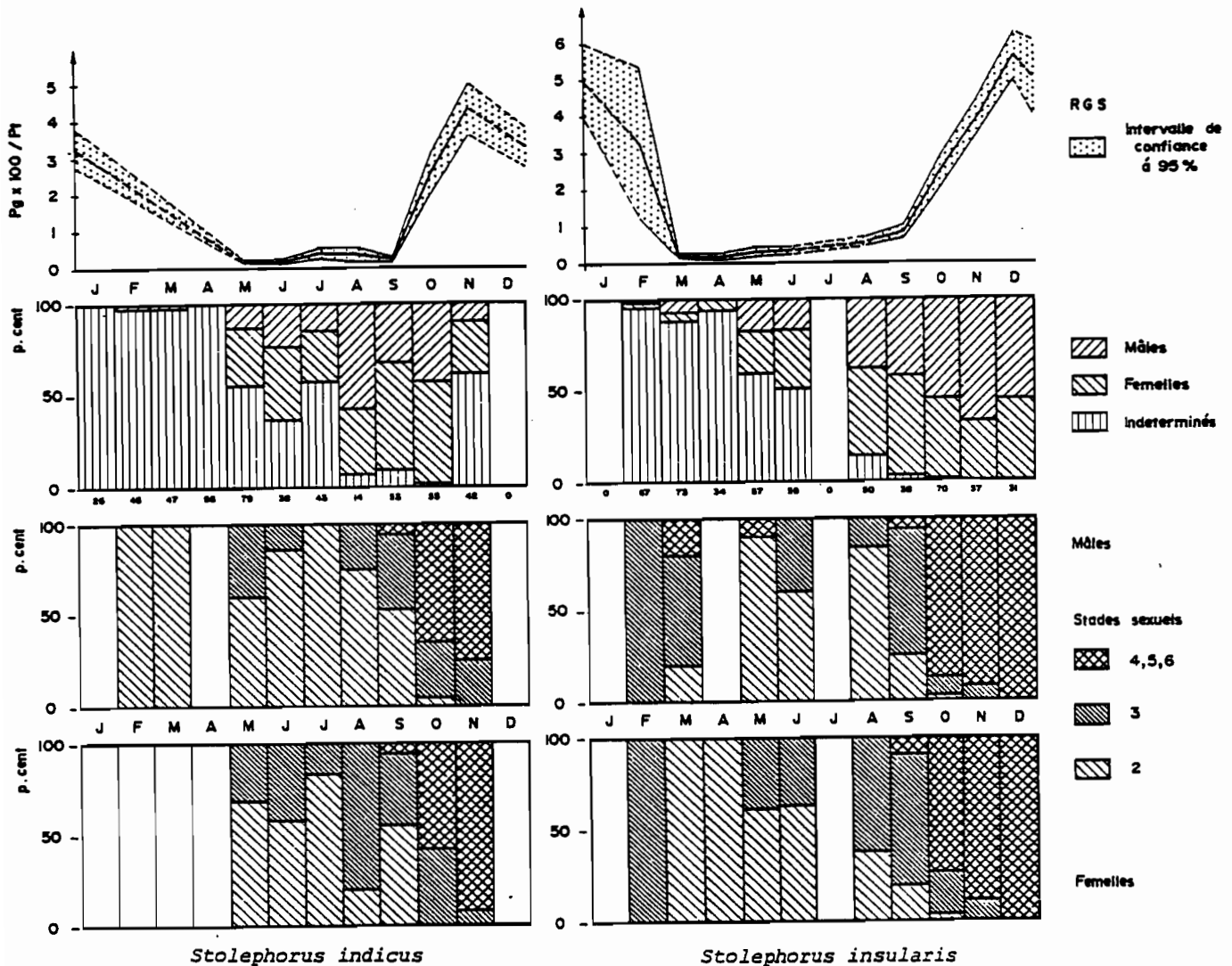


Figure 48a. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Stolephorus indicus. L'anchois blanc présente un cycle sexuel annuel très net. De janvier à avril, les individus sont immatures, puis de mai à septembre la maturation est progressive. En octobre et novembre le RGS augmente fortement et la plupart des individus sont matures.

Stolephorus insularis. Il a un cycle assez comparable à celui de l'anchois précédent mais en dehors de la saison de reproduction qui a lieu d'octobre à décembre, on trouve parfois quelques individus matures de grande taille.

Aucune étude précise sur la biologie de la reproduction de ces deux anchois n'a pu être trouvée, rendant impossible une comparaison.

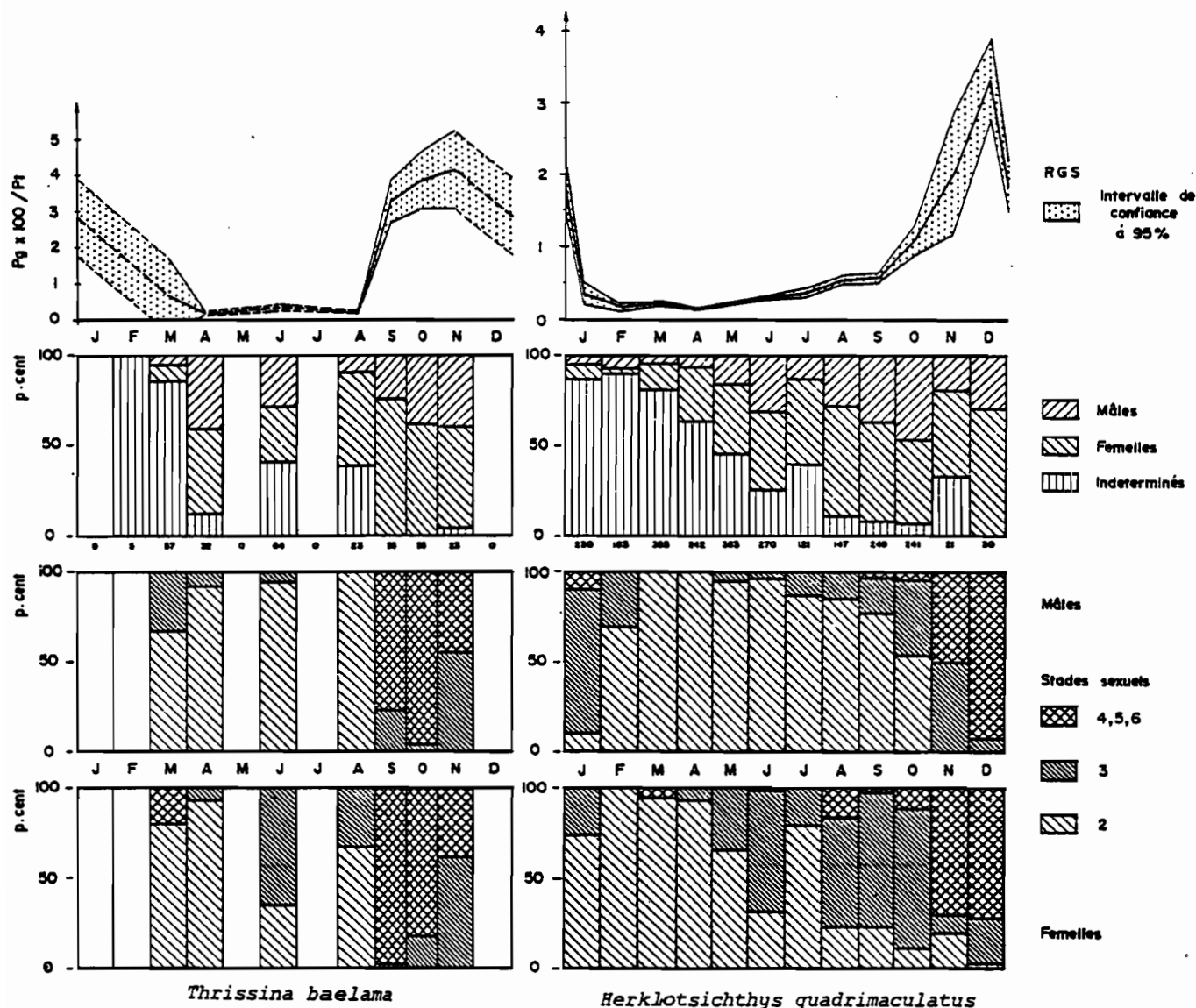


Figure 48b. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Thrissina baelama. Cet anchois n'est pas pêché régulièrement et l'échantillonnage dont on dispose est médiocre. La saison de reproduction a lieu de septembre à novembre. En dehors de cette période on observe parfois des individus matures.

Herklotsichthys quadrimaculatus. Bien que l'on commence à observer des individus matures dès le mois d'août, la reproduction n'est vraiment intense qu'en novembre et décembre, mais la reproduction semble ne pas cesser totalement et l'on capture parfois des sardines de petite taille en fin de saison chaude.

A Hawaï (20° N), WILLIAMS et CLARKE, (1983) observent une reproduction intense au printemps (mai-juin dans l'hémisphère nord), mais des individus matures se trouvent encore occasionnellement en été et en automne et des juvéniles âgés de quelques semaines ont été observés en toutes saisons.

Aux Seychelles (Anon. 1983b), qui sont situées au voisinage de 5°S, la reproduction se ferait principalement d'août à février mais elle continuerait un peu entre mars et juillet. Aux îles Andaman (Inde, 12° N) MARICHAMY, (1974) observe deux saisons de reproduction en mars-avril et en août-septembre. A Fidji qui est proche de la Nouvelle Calédonie LEWIS et al. (1983) observent comme nous une saison de reproduction relativement courte d'octobre à décembre.

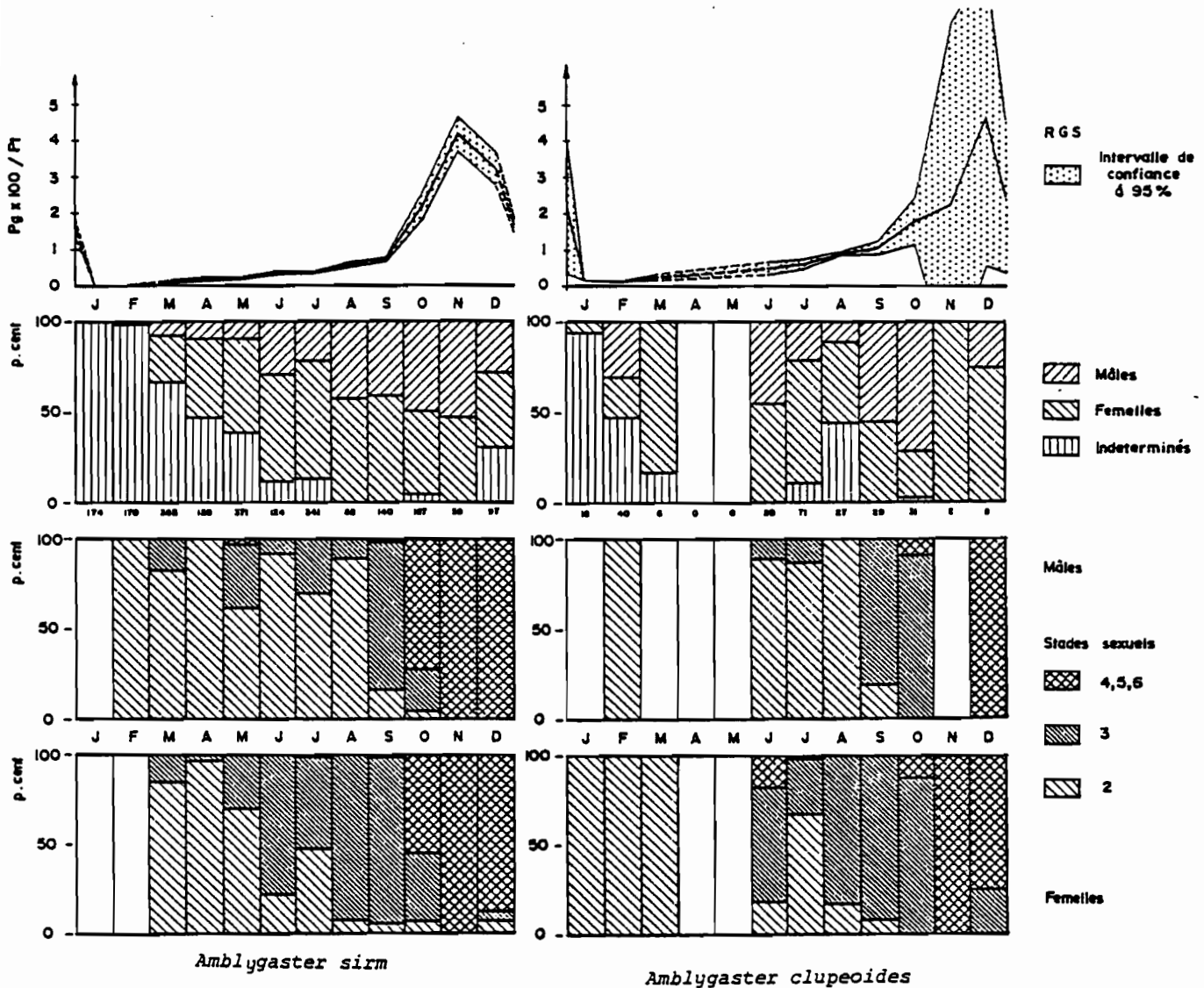


Figure 48c. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indeterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Amblygaster sirm et *A. clupeioides*. Les sardinelles ont un cycle annuel très marqué. Leur reproduction commence en octobre, est intense en novembre et décembre puis cesse totalement jusqu'à l'année suivante.

A Sri-Lanka, DAYARTANE et GJOSAETRE (1986) observent des sardinelles A.sirm en début de maturation en février puis totalement matures entre avril et juin. Ces observations de l'hémisphère nord concordent tout à fait avec celles de Nouvelle-Calédonie.

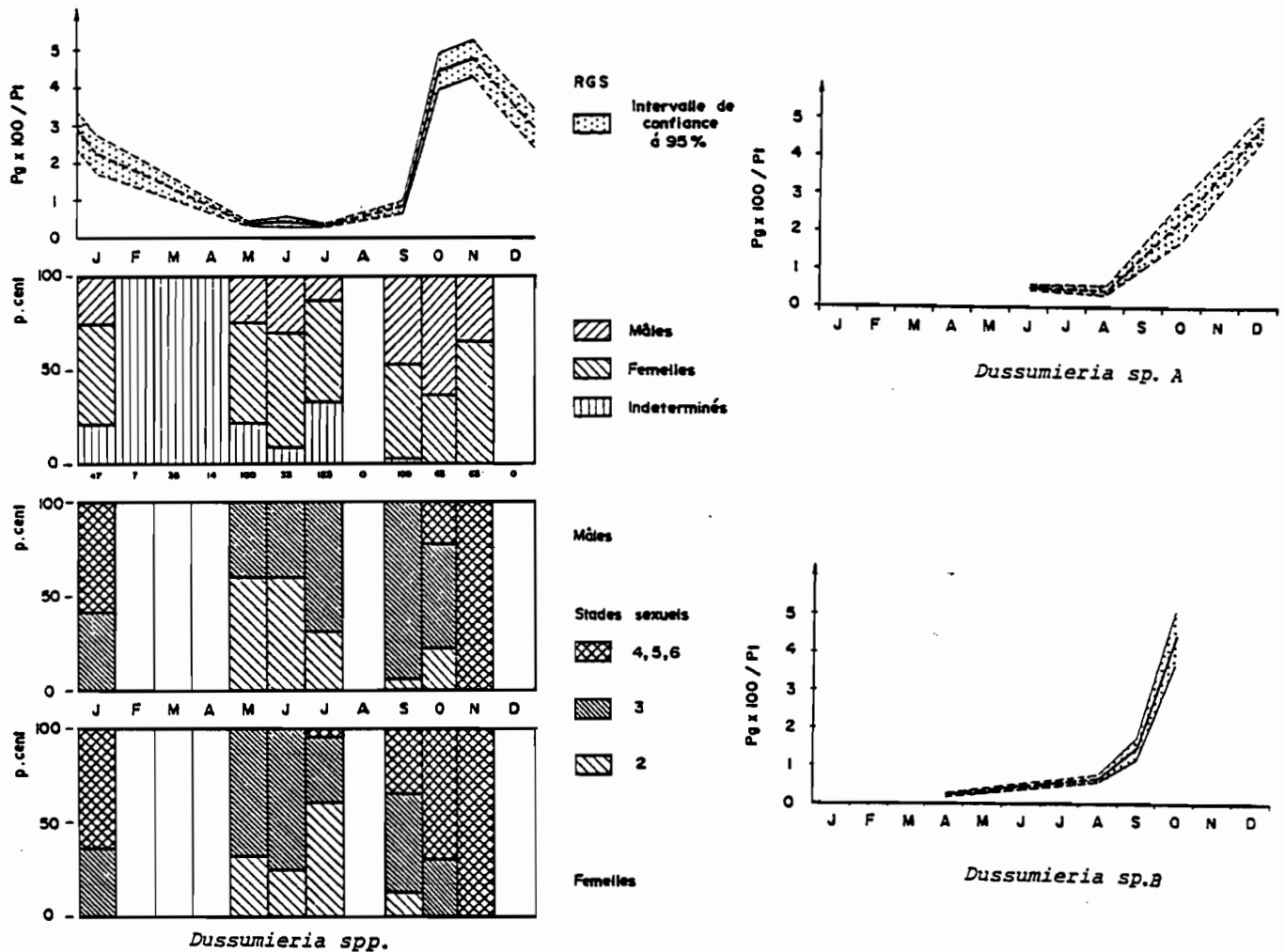


Figure 48d. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indeterminés; des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Dussumieria sp., types A et B. Au début de l'étude les deux espèces n'étaient pas distinguées et les observations sur chacun des types sont peu nombreuses. La biologie de leur reproduction semble être analogue, avec une seule saison de ponte entre octobre et décembre.

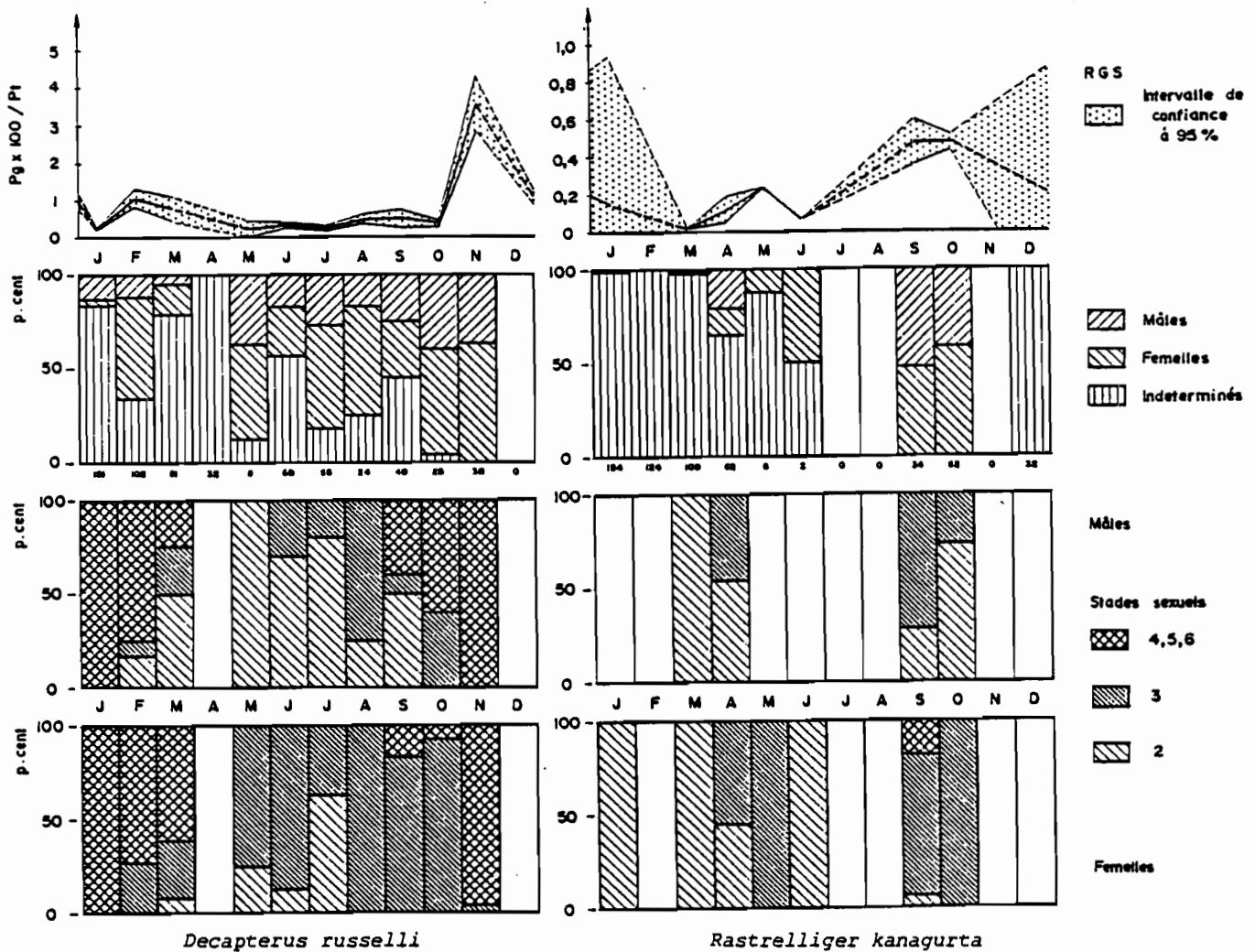


Figure 48e. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indéterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Rastrelliger kanagurta et *Decapterus russelli*. Là encore, la présence de ces espèces dans les pêches est très irrégulière et les observations manquent pour une bonne connaissance de la biologie de leur reproduction. Le maquereau semble se reproduire seulement en septembre-octobre alors que le chinchard aurait une saison de ponte bien plus longue, commençant aussi en septembre mais se prolongeant pendant la saison chaude jusqu'au mois de mars. *R. kanagurta* a été étudié en Inde près de Cochin (GEORGE et BANERJI, 1964) et près de Mangalore (YOHANNAN, 1977). Les premiers indiquent que la ponte a lieu de juin à septembre alors que YOHANNAN observe une saison de ponte étalée avec deux maximums de ponte en juillet et en janvier.

Quelques observations occasionnelles sur *Selar crumenophthalmus* et *Scomberoides lysan* paraissent indiquer que ces deux espèces ont la même biologie que les autres chinchards et se reproduisent de septembre à novembre.

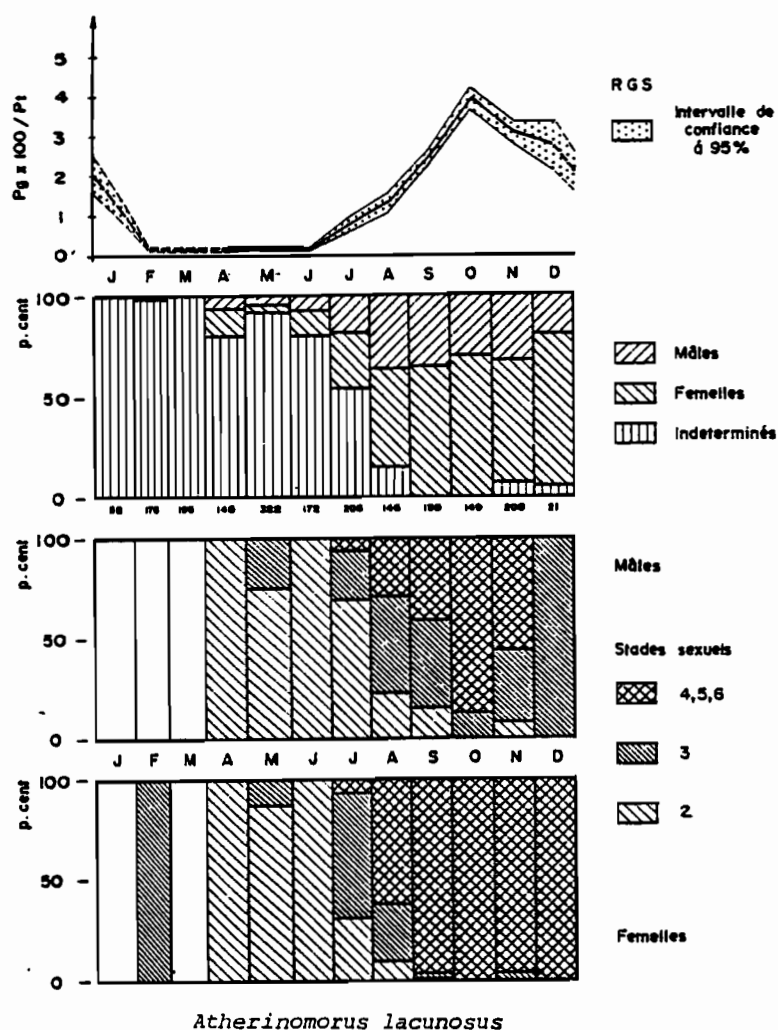


Figure 48f. Répartition mensuelle des individus mâles, femelles et indeterminés, des différents stades de maturité et cycle des rapports gonado-somatiques des femelles.

Atherinomorus lacunosus. Le cycle annuel est très net pour cette espèce, dont la reproduction commence dès la fin du mois d'août et dure jusqu'en décembre. Pendant les six premiers mois de l'année presque tous les individus sont immatures, sinon ils sont en phase de repos sexuel.

Aux îles Marshall, HIDA et UCHIYAMA (1977) observent des femelles matures toute l'année avec une proportion maximale au mois d'août. Aux Seychelles (Anon., 1983) la reproduction est très étalée aussi, avec deux périodes de ponte d'avril à juin et de septembre à décembre qui correspondent aux deux moussons.

Leiognathus bindus et *Gazza minuta*. Ces espèces ont été pêchées irrégulièrement, mais il semble que leur reproduction ait lieu à une seule saison de l'année, de septembre à novembre.

En résumé, on observe pour toutes les espèces qui viennent d'être étudiées un cycle reproductif annuel très net. La ponte a lieu, avec quelques variations selon les espèces, pendant 2 ou 3 mois entre septembre et décembre. Cette période correspond en Nouvelle-Calédonie au réchauffement qui fait transition entre la saison froide et la saison chaude. C'est aussi le moment où les apports d'eau par les fleuves côtiers sont le plus faible. Cependant chez certaines espèces, telles H. quadrimaculatus, S. insularis, T. baelama et surtout D. russeli, on rencontre occasionnellement pendant la saison chaude des individus de grande taille dont les gonades sont en cours de maturation ; il n'est pas sûr toutefois que ce processus évolue jusqu'à la ponte.

Toute ces observations se réfèrent à l'activité de reproduction de l'ensemble de la population et non pas à celle des poissons considérés individuellement. Une grande variabilité apparaît dans les saisons de reproduction en fonction des conditions climatiques de la région. La dénomination "d'espèce à cycle biologique annuel" adoptée dans ce chapitre, est valable pour certaines d'entre elles, en Nouvelle-Calédonie et dans des régions où les conditions climatiques et du milieu sont analogues, mais n'est pas un caractère fondamental de l'espèce.

5.3.1.4. Fécondité

Des observations sur la fécondité ont pu être faites sur 4 espèces. Thrissina baelama, Atherinomorus lacunosus, Leiognathus bindus et Amblygaster sirm. La figure 49 présente les relations entre le nombre d'ovocytes et la longueur. Les régressions entre la fécondité par ponte et la longueur ainsi que le poids, ont été calculées malgré le nombre réduit d'observations. Les fécondités relatives et leur écarts-types ont aussi été calculées. Ces résultats sont données dans le tableau 25.

Les observations sur la fécondité des espèces étudiées ici sont peu nombreuses.

Herklotsichthys quadrimaculatus a fait l'objet de mesures aux Seychelles (Anon., 1983b) à Hawaï (WILLIAMS et CLARKE, 1983) et aux Marshall (HIDA et UCHIYAMA, 1977). A Hawaï la fécondité relative est estimée entre 225 et 242 ovocytes par gramme de poisson.

Atherinomorus lacunosus a aussi été étudié aux Seychelles et aux Marshall. Comme en Nouvelle-Calédonie la fécondité relative de cette espèce est faible dépassant rarement une centaine d'ovocytes par gramme de poisson.

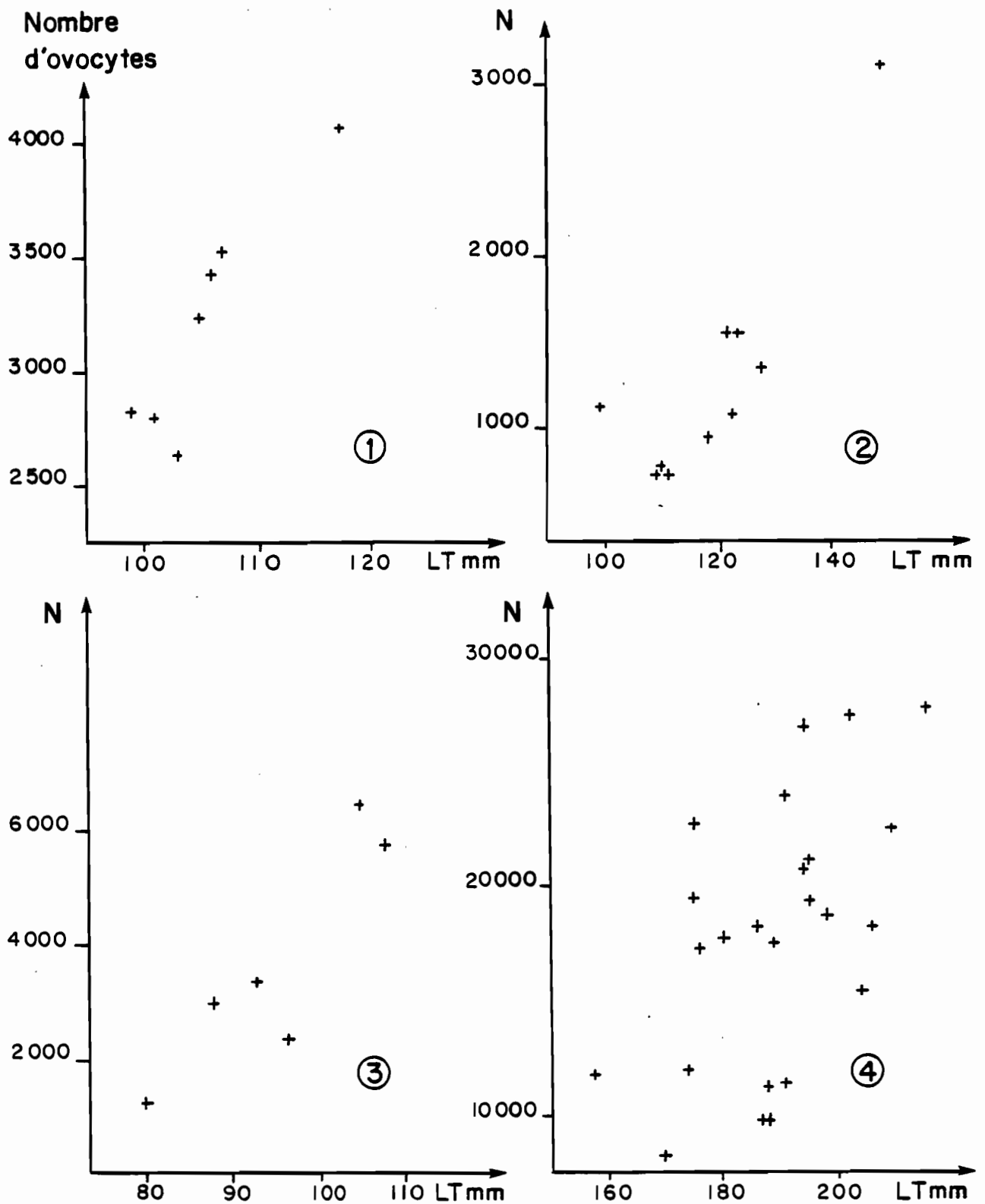


Figure 49. Relation entre la longueur et le nombre d'ovocytes du mode le plus avancé.

1) Trissina baelama ; 2) Atherinomorus lacunosus
 3) Leiognathus bindus ; 3) Amblygaster sirm

Tableau 25. Relation entre la fécondité par ponte, le poids total en grammes (P), la longueur totale en millimètres (L) dans l'intervalle de taille indiqué. N = effectif étudié ; r = coefficient de corrélation s = écart-type de la pente.

Thrissina baelama	N = 7 de 99 à 117 mm F = 361 P + 73 s = 61 r = 0,99 F = 80 L - 5171 s = 15 r = 0,99 Fécondité relative : 361 ± 61
Amblygaster sirm	N = 24 de 168 à 215 mm F = 300 P - 132 s = 83 r = 0,97 F = 243 L - 28200 s = 83 r = 0,96 Fécondité relative : 300 ± 83
Leiognathus bindus	N = 6 de 80 à 108 mm F = 484 P - 1986 s = 110 r = 0,97 F = 175 L - 12939 s = 41 r = 0,93 Fécondité relative : 484 ± 110
Atherinomorus lacunosus	N = 10 de 99 à 148 mm F = 78 P - 138 s = 13 r = 0,94 F = 40 L - 3472 s = 8 r = 0,94 Fécondité relative : 78 ± 13

5.3.2. RELATIONS BIOMETRIQUES

5.3.2.1. Relations LT, LS, LF

Les relations entre la longueur totale et la longueur standard ainsi que celles entre la longueur totale et la longueur à la fourche ont été calculées et sont données dans les tableaux 26 et 27.

Tableau 26. Relation entre la longueur à la fourche et la longueur totale, selon la relation $LF = a LT + b$. L'intervalle d'observation défini par L min et L max correspond aux longueurs totales (en mm) ; n est le nombre d'individus mesurés pour établir la relation.

espèce	n	L min	L max	r	a	b
S. indicus	32	78	106	0,988	0,91	-2,43
S. insularis	17	72	105	0,993	0,88	-0,65
T. baelama	53	101	142	0,995	0,88	-0,45
H. quadrimaculatus	139	63	173	0,998	0,86	+2,50
A. sirm	66	59	201	0,998	0,86	+3,92
Dussumieria sp. A	70	91	178	0,996	0,83	+3,45
Dussumieria sp. B	29	143	176	0,985	0,87	-0,08
A. lacunosus	66	55	109	0,993	0,93	-0,66
L. bindus	28	62	91	0,991	0,86	+0,54
G. minuta	9	97	113	0,956	0,93	-5,08
R. kanagurta	19	182	223	0,987	0,86	+4,22
D. russelli	41	65	159	0,988	0,89	+1,84
S. crumenophthalmus	14	133	150	0,902	0,67	+30,03

Tableau 27. Relation entre la longueur à la standard et la longueur totale, selon la relation $LS = a LT + b$. L'intervalle d'observation défini par L min et L max correspond aux longueurs totales (en mm) ; n est le nombre d'individus mesurés pour établir la relation.

espèce	n	L min	L max	r	a	b
S. indicus	32	78	106	0,985	0,98	-13,77
S. insularis	17	72	105	0,989	0,81	- 1,39
T. baelama	53	101	142	0,991	0,86	- 5,34
H. quadrimaculatus	139	63	173	0,993	0,83	- 0,03
A. sirm	66	59	201	0,998	0,81	+ 2,74
Dussumieria sp. A	70	91	178	0,993	0,85	- 4,40
Dussumieria sp. B	29	143	176	0,963	0,76	+10,98
A. lacunosus	66	55	109	0,989	0,95	- 9,16
L. bindus	28	62	91	0,990	0,83	- 1,05
G. minuta	9	97	113	0,965	0,83	- 1,76
R. kanagurta	19	182	223	0,986	0,81	+ 0,48
D. russelli	41	65	159	0,992	0,84	+ 0,22
S. crumenophthalmus	14	133	150	0,943	0,81	+ 2,44

5.3.2.2. Poids-longueur

Les relations entre la longueur totale et le poids ont été calculées et sont données dans le tableau 28 et présentées sur les figures 50a et b. Pour chacune des espèces, les coefficients d'allométrie sont peu différents entre les mâles et les femelles.

Tableau 28. Relations poids-longueur, $P = aL^n$ (N : effectif ; Lmin et Lmax : intervalle d'observation ; P en g ; L en mm)

espèce	sexe	N	L min	L max	r	a x 10	n
S. indicus	M	64	75	138	0,987	2,60	3,198
	F	77	83	142	0,989	1,56	3,304
	I	114	52	137	0,993	3,70	3,120
	T	186	52	142	0,996	3,13	3,159
S. insularis	M	72	56	123	0,988	2,65	3,212
	F	76	73	122	0,985	2,48	3,224
	I	93	44	115	0,995	1,85	3,296
	T	163	44	123	0,994	2,61	3,217
T. baelama	T	141	63	135	0,992	2,36	3,233
H. quadrimaculatus	M	151	80	156	0,983	4,70	3,131
	F	176	73	159	0,988	3,29	3,202
	I	221	40	145	0,993	5,78	3,080
	T	260	40	159	0,995	4,83	3,123
A. sirm	M	192	91	218	0,994	2,62	3,225
	F	248	80	229	0,998	2,47	3,237
	I	171	42	202	0,999	3,92	3,146
	T	397	42	229	0,999	3,49	3,171
A. clupeoides	T	151	50	250	0,999	3,42	3,180
Dussumieria sp. A	T	83	89	181	0,996	0,84	3,438
Dussumieria sp. B	T	74	89	183	0,987	2,02	3,254
A. lacunosus	M	107	72	131	0,978	2,80	3,248
	F	139	65	143	0,987	3,42	3,212
	I	187	42	142	0,993	1,27	3,436
	T	208	42	143	0,994	1,69	3,364
L. bindus	T	92	26	116	0,998	10,40	3,059
G. minuta	T	84	32	142	0,998	8,65	3,114
R. kanagurta	M	58	155	285	0,985	14,77	2,921
	F	61	156	283	0,970	16,33	2,902
	I	113	34	205	0,998	2,67	3,246
	T	249	34	285	0,999	3,19	3,205
D. russelli	M	75	147	268	0,984	4,74	3,126
	F	116	92	274	0,993	2,73	3,236
	I	170	41	272	0,996	8,79	3,013
	T	150	41	274	0,997	9,26	3,005

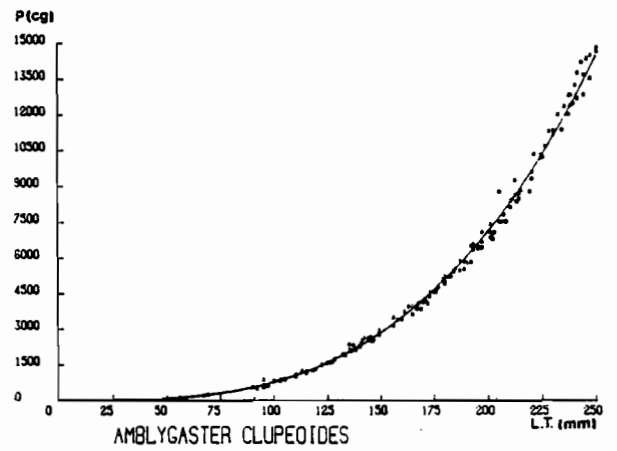
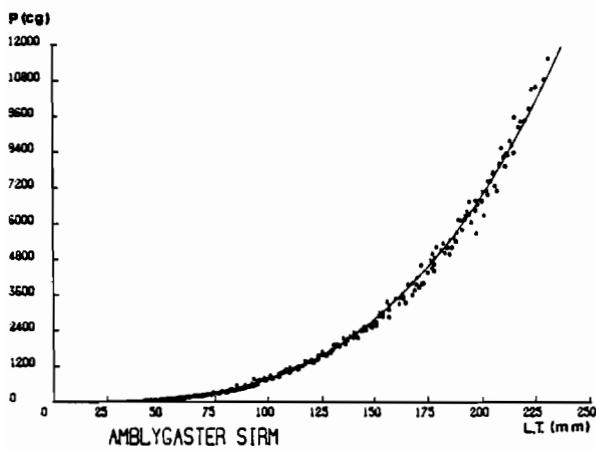
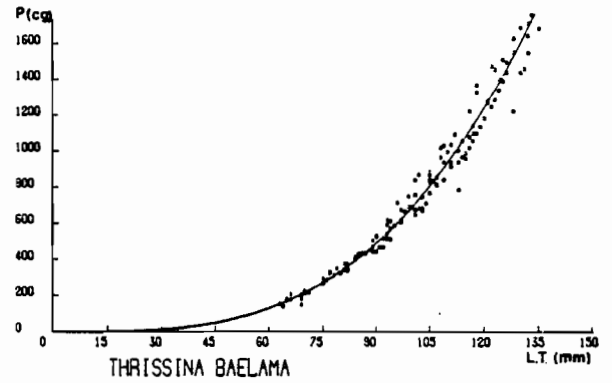
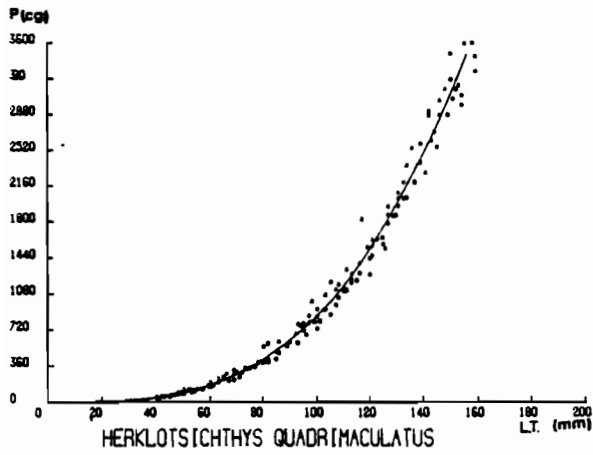
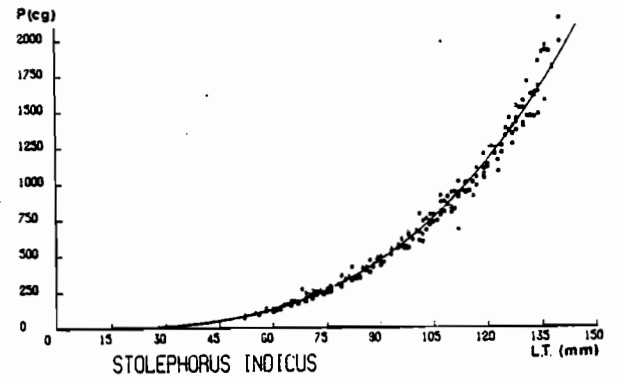
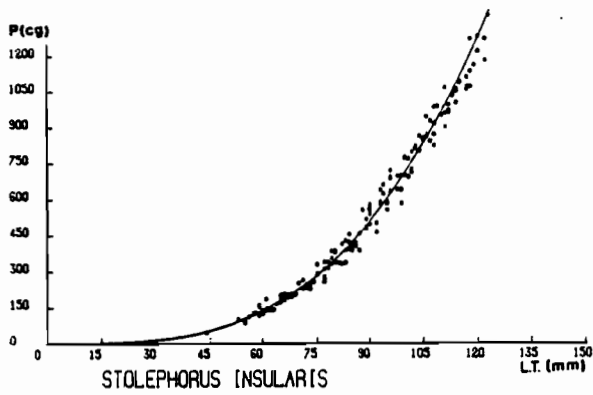


Figure 50a. Relations poids-longueur.

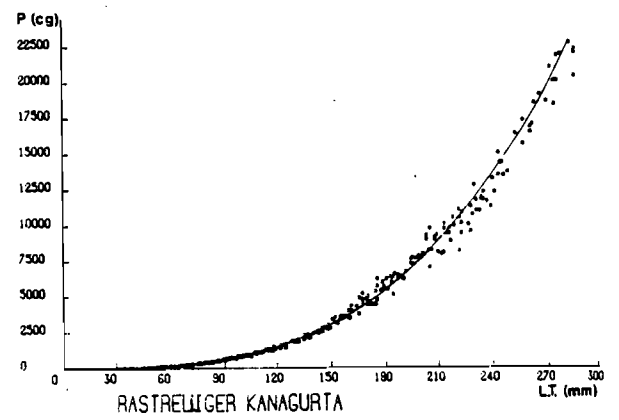
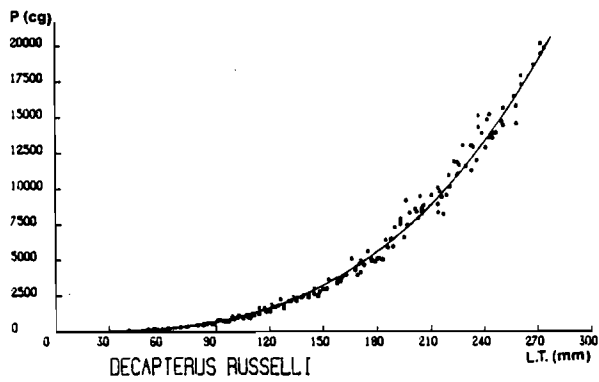
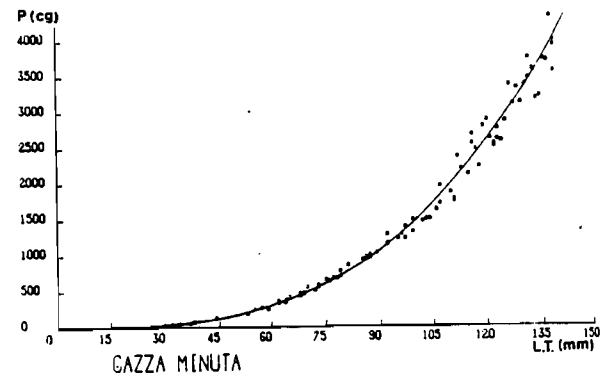
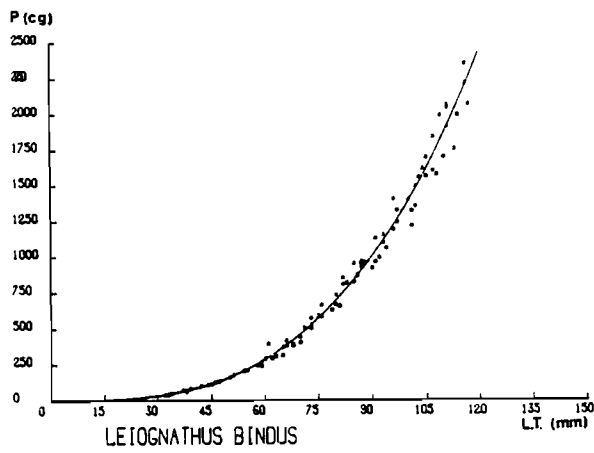
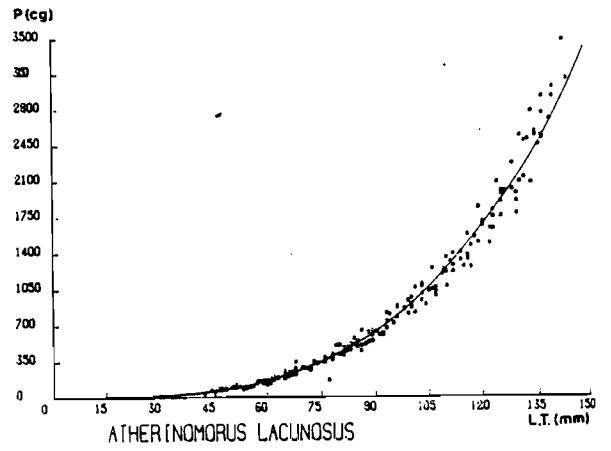
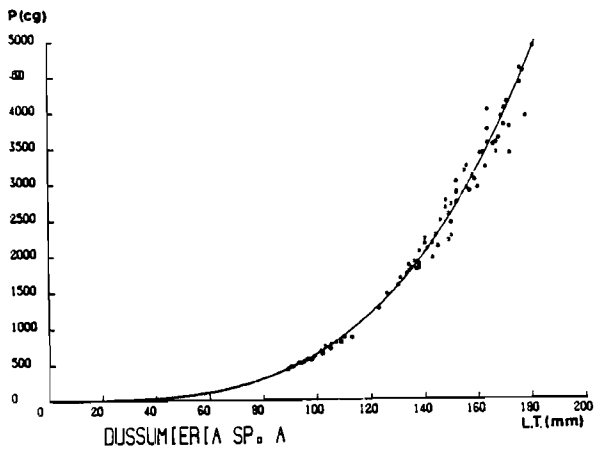


Figure 50b. Relations poids-longueur.

5.3 .3. CROISSANCE

Le regroupement par campagne de pêche des observations sur les distributions de fréquence de taille montre (à la différence des espèces à cycle biologique court) des évolutions à peu près régulières de cohortes annuelles. Des informations plus précises ont pu cependant être recueillies pour certaines espèces à la station de Dumbéa qui a été visitée tous les mois.

5.3.3.1. Stolephorus indicus

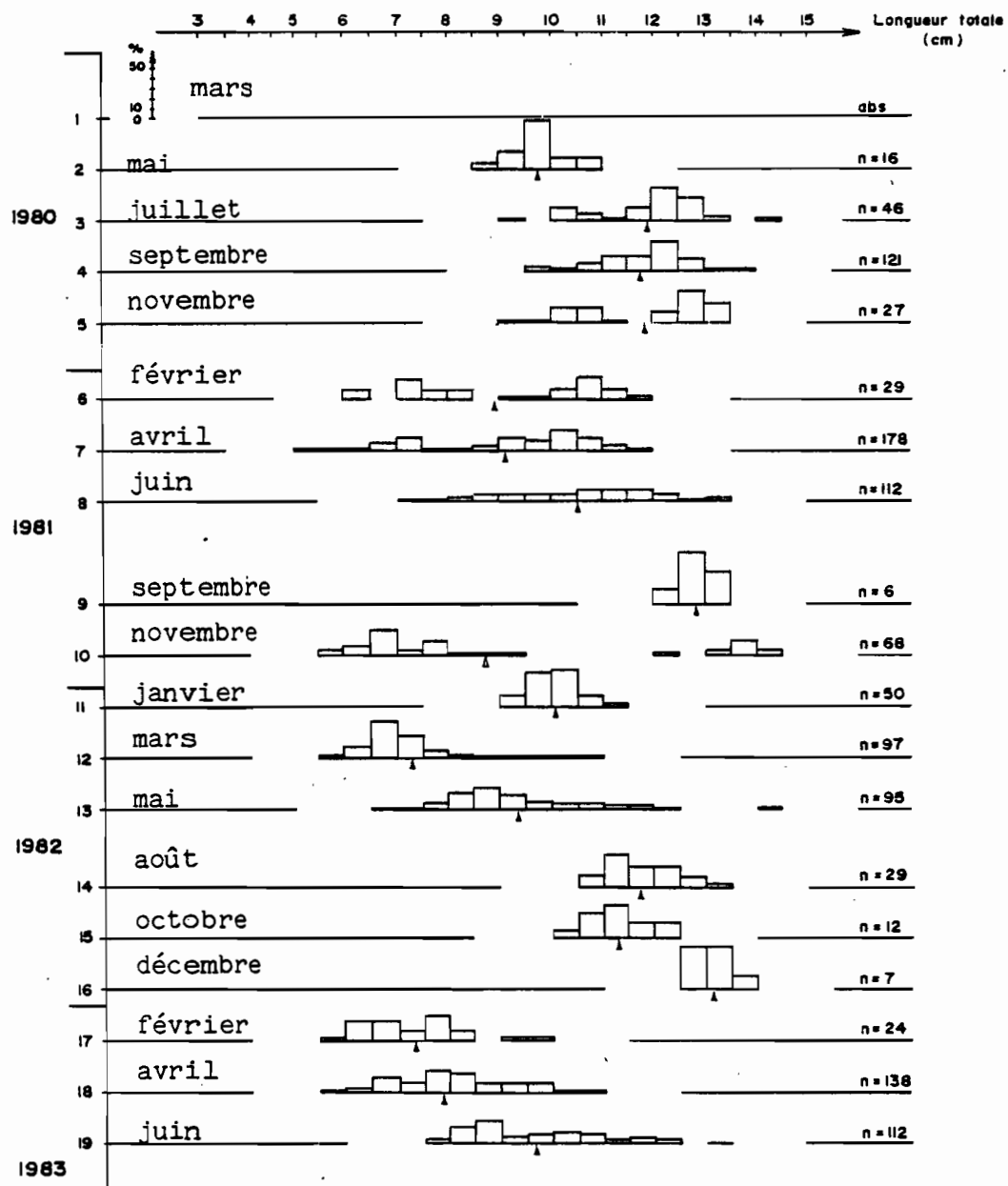


Figure 51. Distribution des fréquences de tailles de Stolephorus indicus pour l'ensemble des stations.

La figure 51 présente les distributions de fréquence de taille de cette espèce pour chaque campagne, mais les observations ne sont pas assez nombreuses et les longueurs trop diversifiées pour pouvoir suivre clairement des progressions modales. La première maturité s'observe vers 10,5 cm L.T. et les plus grands individus capturés ne dépassent pas 14,5 cm L.T. Compte tenu de la saisonnalité de la période de reproduction, on peut émettre l'hypothèse que la taille de 10,5 cm est atteinte lorsque les individus arrivent à l'âge de 1 an.

THAM (1966) a étudié la biologie de cet anchois dans les détroits de Singapour. Il observe des individus atteignant 19 cm de longueur standard ce qui correspond environ à 21 cm de longueur totale. La taille de première maturité de 11,6 à 12,5 cm L.S. (équivalant approximativement à 13,5 à 14,5 cm LT) correspond, d'après l'équation qu'il a établi, à un âge compris entre 430 et 500 jours.

La longueur maximale atteinte par cet anchois dans le lagon de Nouvelle-Calédonie est inférieure à celle observée dans d'autres régions indopacifiques. Cette situation est exceptionnelle puisqu'en règle générale, les longueurs maximales des espèces étudiées ici sont comparables à celles des autres régions.

5.3.3.2. Stolephorus insularis

Les distributions des fréquences de taille observées à chaque campagne sont présentées sur la figure 52. Le nombre restreint des mesures, dû à l'irrégularité et à la faible importance des prises de cette espèce rend difficile le suivi des filiations de modes. Le regroupement des mesures sur une base mensuelle (Annexe 4) permet cependant d'observer des filiations et d'établir une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 118,5 \\K &= 3,01 \\t_0 &= -0,009\end{aligned}$$

Les couples âge-longueur utilisés pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées sont donnés dans l'Annexe 5. On peut relever les valeurs d'âge et de longueur suivantes :

6 mois	-	93 mm	L.T.
1 an	-	113 mm	L.T.
2 ans	-	118 mm	L.T.

Dans les pêches, on observe en novembre lorsque la reproduction est intense un mode à 106 mm qui correspondrait aux individus de un an. Les plus grands individus capturés ont été pris en septembre, octobre et novembre et mesuraient de 120 à 124 mm ; il s'agit vraisemblablement d'anchois arrivant à l'âge de 2 ans.

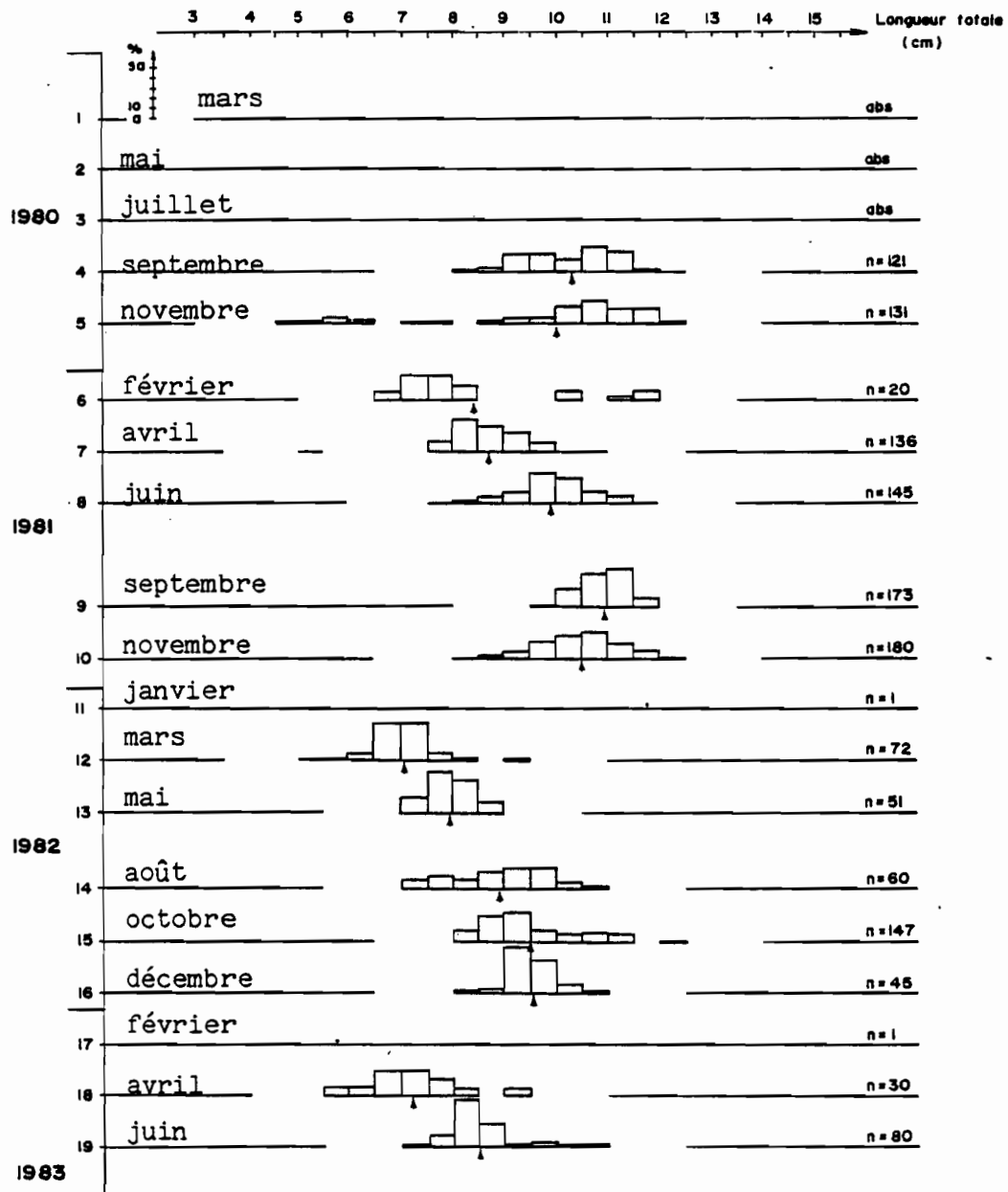


Figure 52. Distribution des fréquences de tailles de Stolephorus insularis pour l'ensemble des stations.

Dans les détroits de Singapour, THAM (1966) a pu aussi ajuster une équation de croissance et obtient les valeurs calculées suivantes :

6 mois	-	70 mm L.S. (soit environ 88 mm L.T.)
1 an	-	90 mm L.S. (soit environ 112 mm L.T.)
2 ans	-	98 mm L.S. (soit environ 122 mm L.T.)

Ces résultats sont très voisins de ceux obtenus en Nouvelle-Calédonie.

5.3.3.3. Thrissina baelama

Les distributions de fréquences de taille sont présentées sur la figure 53, mais les observations sont trop irrégulières et peu nombreuses pour en déduire des filiations de modes. Au moment de la reproduction vers septembre-octobre, la taille modale se situe entre 10 et 11 cm ; il est probable que les poissons de cette taille soient âgés de un an. C'est à la même période que l'on observe les plus grands individus entre 13 et 14 cm, qui seraient alors âgés de 2 ans.

La croissance de cet anchois ne semble pas avoir été étudiée ailleurs.

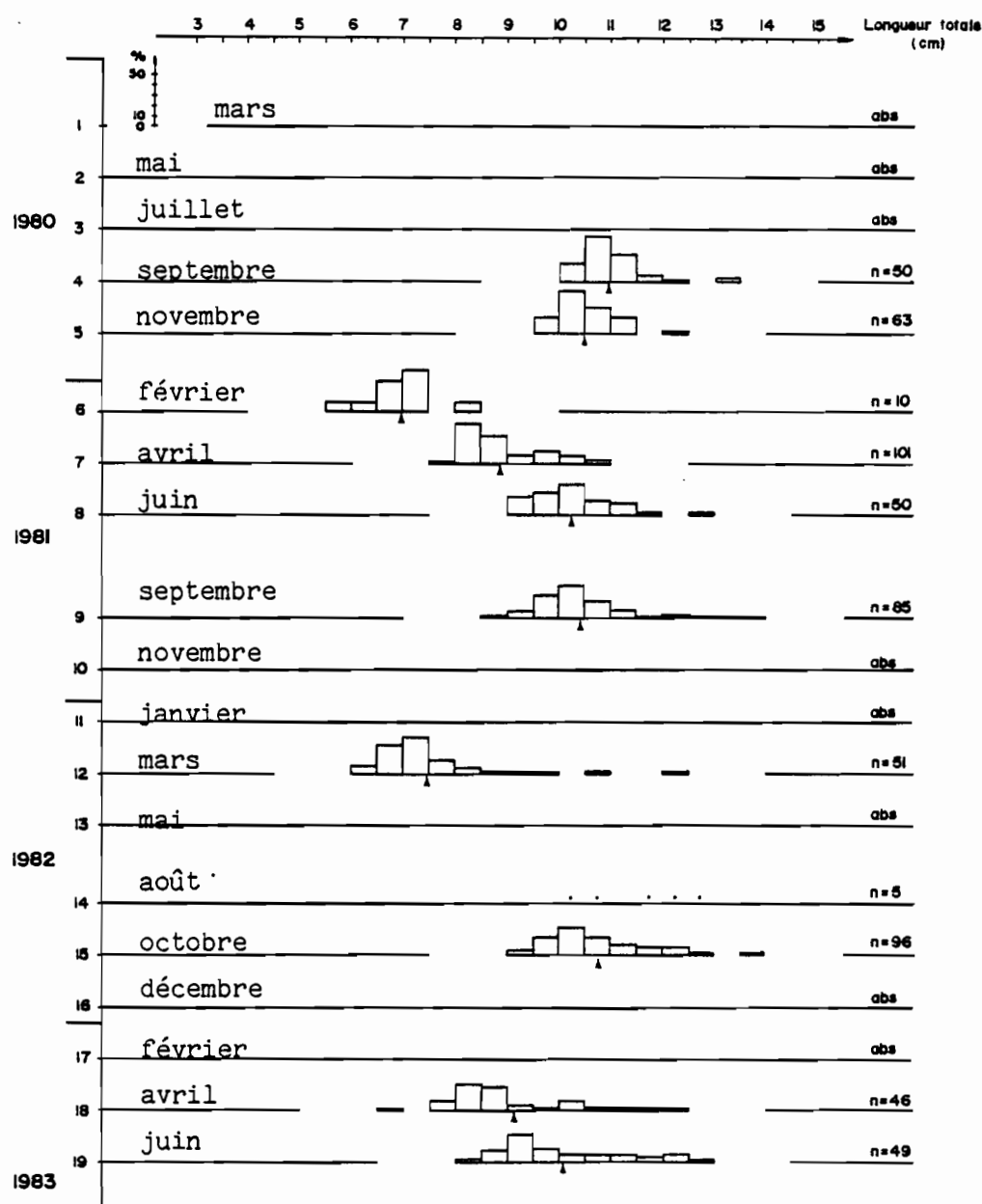


Figure 53. Distribution des fréquences de taille de Thrissina baelama pour l'ensemble des stations.

5.3.3.4. Herklotsichthys quadrimaculatus

La sardine est une espèce régulièrement capturée et abondante dans les pêches, pour laquelle on dispose de nombreuses observations. Les distributions de fréquence de taille par campagne pour l'ensemble des stations de pêche (figure 54) montrent malgré un étalement des fréquences dû aux différences entre les stations, une évolution annuelle des tailles. La progression des cohortes s'observe plus nettement sur les pêches réalisées mensuellement en baie de Dumbéa (figure 55) malgré les très faibles prises pendant le deuxième semestre de 1982. Le regroupement des mesures sur une base mensuelle (Annexe 4) permet de suivre une filiation des modes et d'établir une équation de von Bertalanffy décrivant une situation moyenne de la

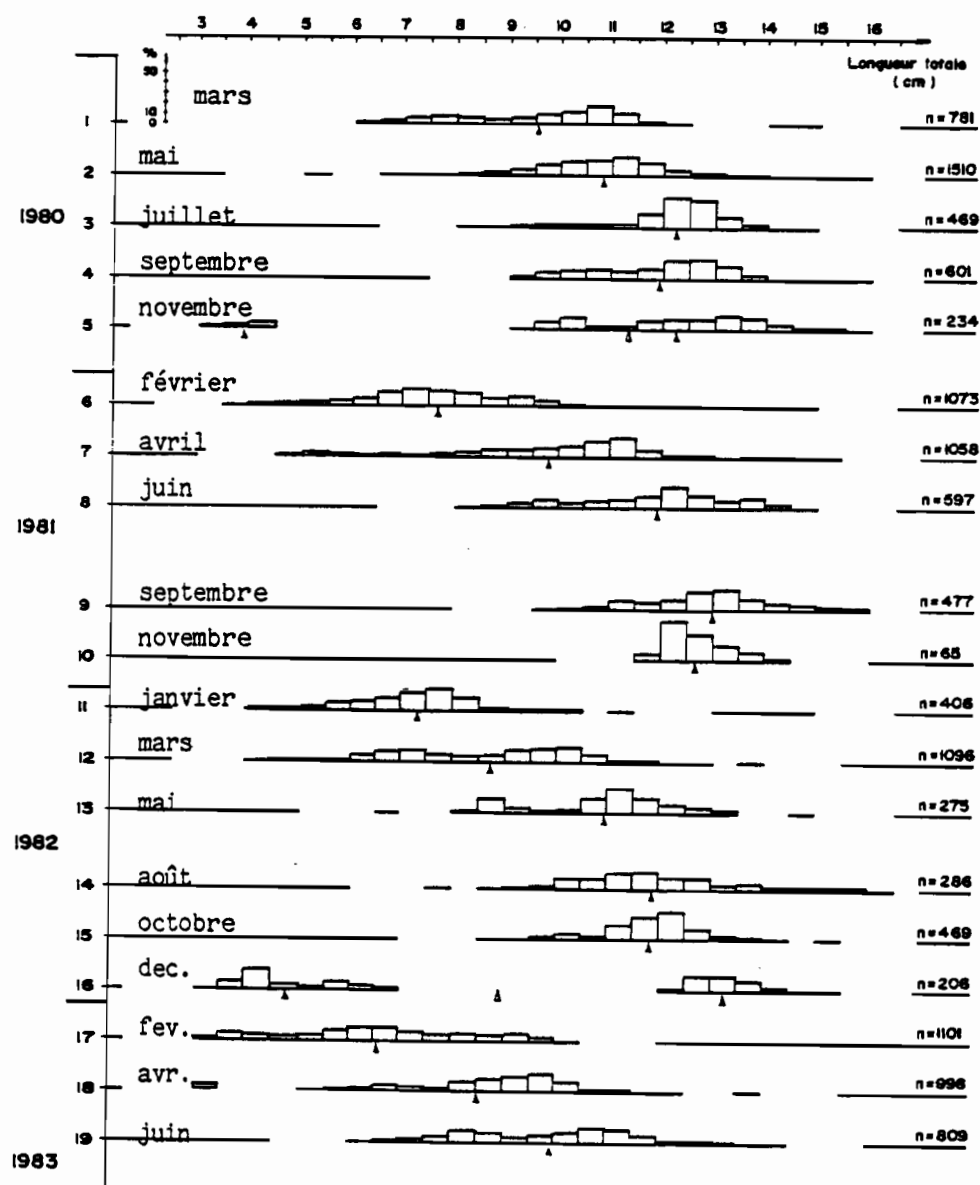


Figure 54. Distribution des fréquences de tailles de Herklotsichthys quadrimaculatus pour l'ensemble des stations.

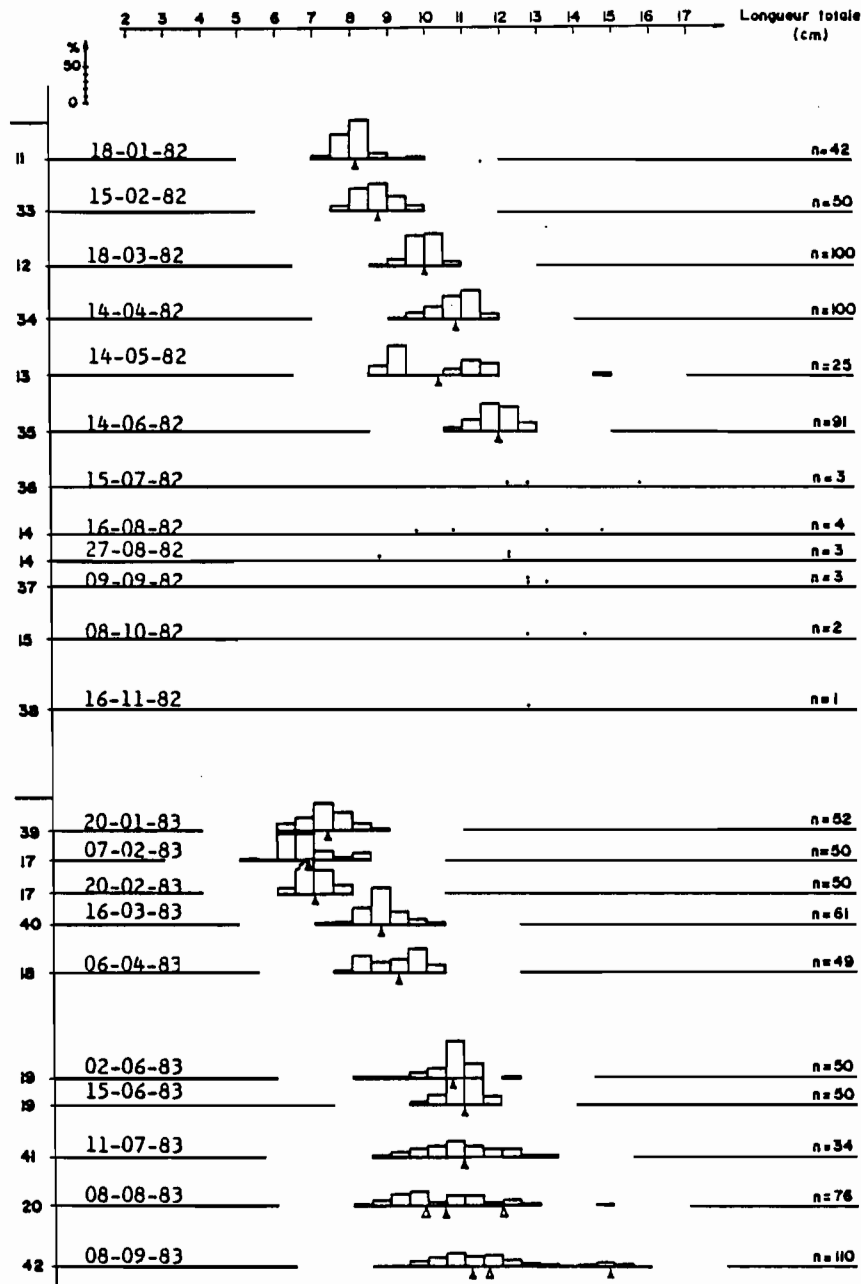


Figure 55. Distribution des fréquences de tailles de Herklotsichthys quadrimaculatus à la station de Dumbéa.

croissance de cette espèce. Les valeurs employées pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées à l'aide des fonctions établies sont données dans l'Annexe 5 .

Deux ajustements ont été réalisés, l'un avec une courbe de von Bertalanffy classique, l'autre avec une courbe saisonnalisée. Ils sont présentés à la figure 56, et les valeurs des paramètres sont :

Courbe de von Bertalanffy

$L_{\infty} = 154,5$
 $K = 1,54$
 $t_0 = -0,137$

Courbe saisonnalisée

$L_{\infty} = 169,4$
 $K = 1,08$
 $t_0 = -0,263$
 $c = 0,074$
 $\Phi = 4,05$

L'ajustement de la courbe est statistiquement meilleur pour la fonction avec une modulation sinusoidale. Il est en effet très logique que l'on observe un ralentissement de la croissance lorsque les sardines atteignent l'âge de 8 à 10 mois. Cet âge correspond aux mois d'août à octobre où les eaux sont les moins chaudes et où l'abondance du zooplancton est minimale (cf. fig. 6 et 7) ; il correspond aussi à la période de maturation des gonades. La croissance somatique reprendrait ensuite à un rythme plus intense.

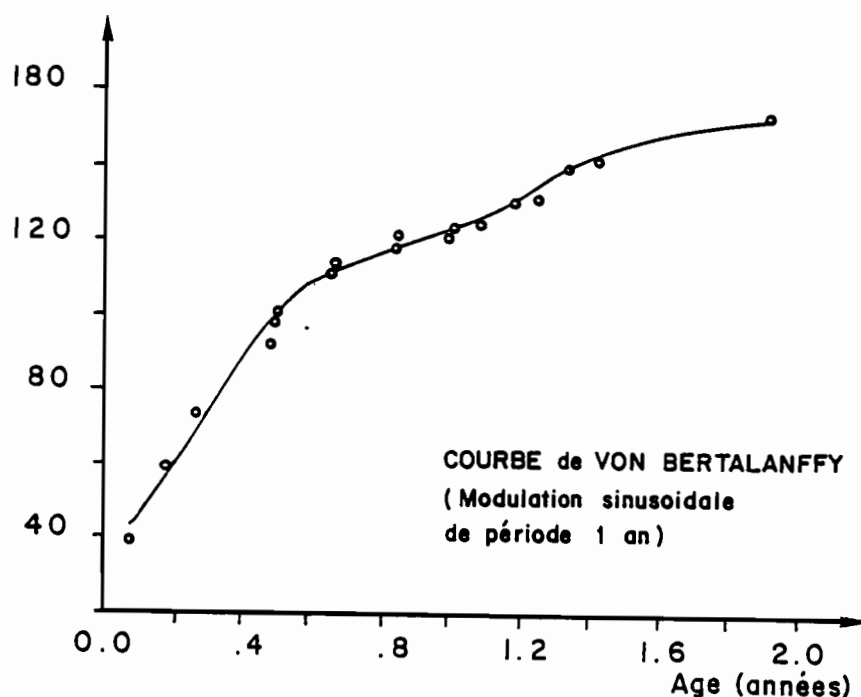
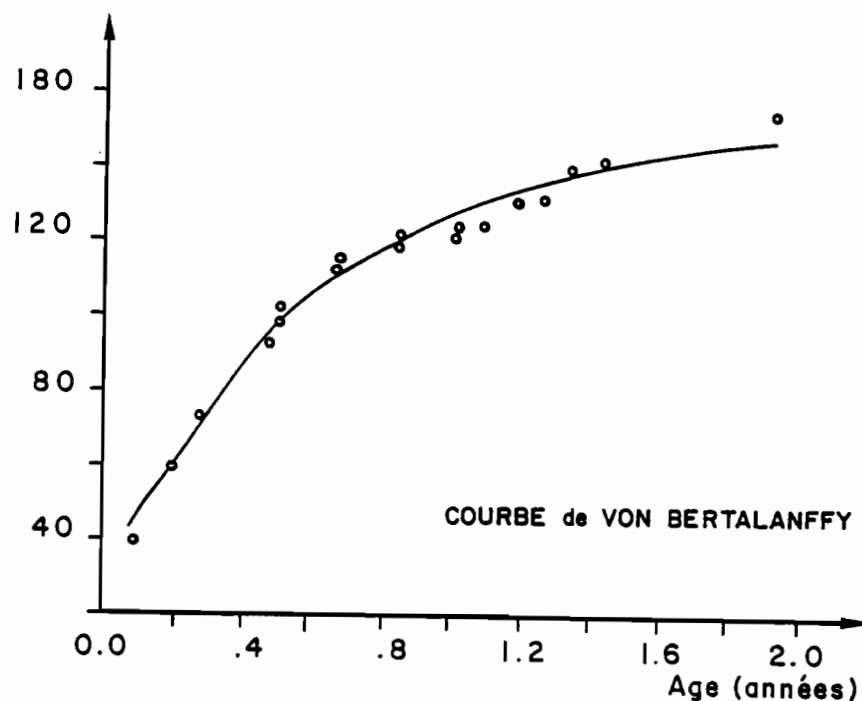


Figure 56. Courbes de croissance de H. quadrimaculatus.

Les observations sur les stries d'accroissement des otolithes n'ont donné des résultats cohérents que pour les poissons de moins de 50 mm. Elles n'ont pas été utilisées pour établir la fonction de croissance.

Des observations sur la croissance ont été faites dans plusieurs régions. HIDA et UCHIYAMA (1977) aux îles Marshall présentent quelques lectures d'otolithes. WILLIAMS et CLARKE (1983) à Hawaï ajustent une fonction de croissance de type Gompertz à partir de comptages sur un nombre important d'otolithes. MOUSSAC et POUPON (1986) aux Seychelles calculent une fonction de von Bertalanffy à partir de distributions de fréquences de taille.

D'après les valeurs ponctuelles, ou à l'aide des fonctions ou graphiques que donnent ces études on peut comparer les longueurs totales des sardines des différentes régions :

Age	Marshall	Seychelles	Hawaï	N. Calédonie
6 mois	104	119	108	96
9 mois	131	135	130	115
12 mois	-	143	-	128

Les tailles observées en Nouvelle-Calédonie sont plus faibles, mais cette différence pourrait être due à l'imprécision des différentes études réalisées sur cette espèce.

5.3.3.5. Amblygaster sirm

La sardinelle est une des espèces les plus régulièrement pêchées en Nouvelle-Calédonie. Les observations sont nombreuses et les distributions de fréquence par campagne pour l'ensemble des stations (figure 57) montrent une évolution annuelle des cohortes avec une très faible survie au-delà de un an. En baie de Dumbéa (figure 58) des sardinelles ont été capturées à chaque campagne. En 1982, l'évolution de la cohorte est très régulière et à la fin de l'année on peut observer simultanément les jeunes de 5 à 6 centimètres et les poissons de un an, de 16 à 18 cm. Au début de 1983, la situation est plus confuse donnant l'impression qu'une première cohorte avorte en janvier et est remplacée par une autre issue d'une ponte ultérieure. L'évolution est ensuite régulière. Le regroupement des mesures sur une base mensuelle (Annexe 4) permet de suivre une filiation des modes et d'établir une équation de von Bertalanffy décrivant une situation moyenne de la croissance de cette espèce.

Jusque vers neuf centimètres les stries d'accroissement sur les otolithes ont pu être comptées et les observations sont cohérentes. La relation entre le nombre de stries et la longueur est présentée à la figure 59. Ces comptages, en admettant que chez les jeunes poissons une strie corresponde à un jour, ont été utilisés pour décrire le début de la croissance. Les valeurs employées pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées à l'aide des fonctions établies sont données dans l'Annexe 5.

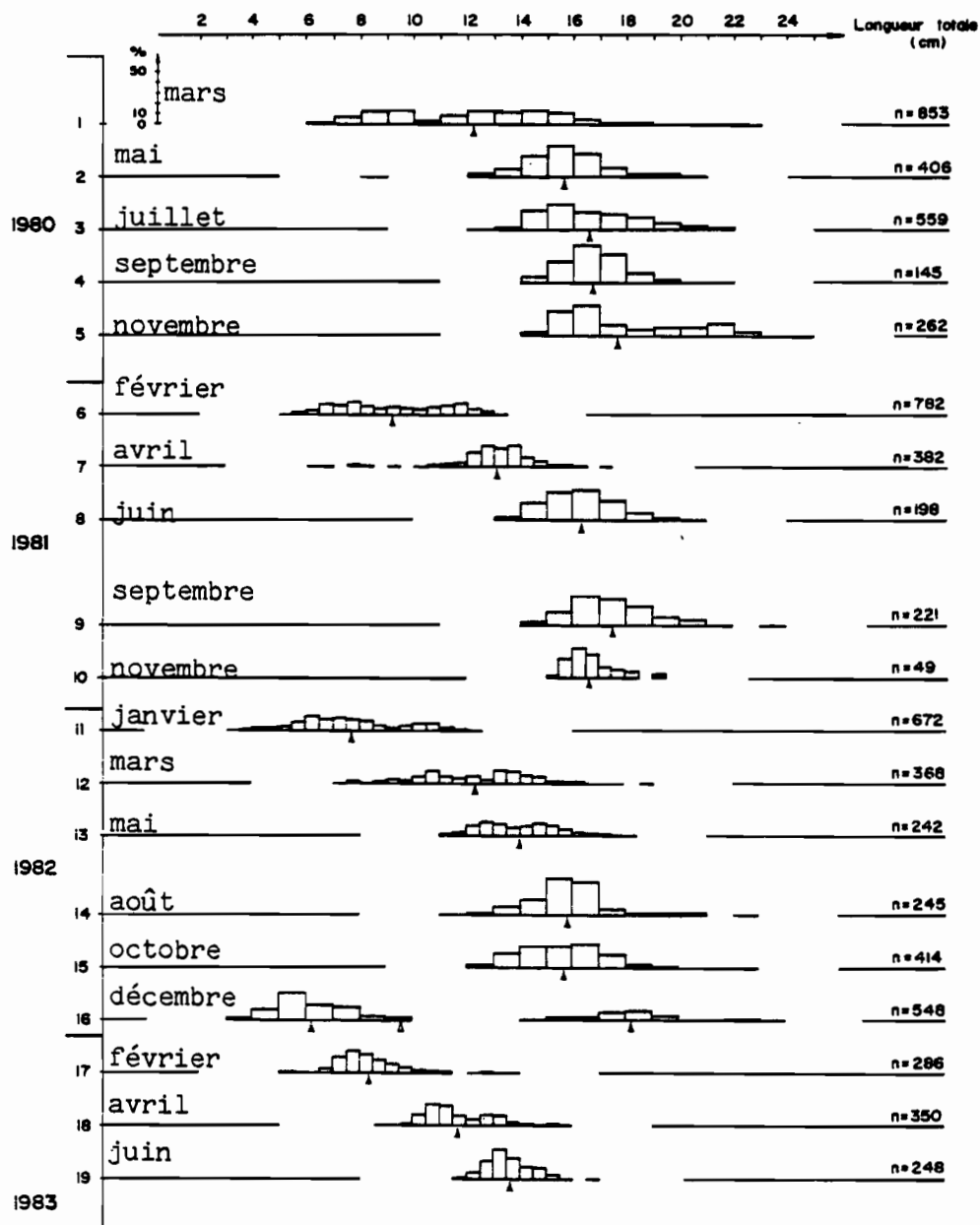


Figure 57. Distribution des fréquences de taille de Amblygaster sirm pour l'ensemble des stations.

Comme pour la sardine deux types d'ajustements ont été réalisés, l'un selon la fonction de von Bertalanffy classique et l'autre avec une modulation sinusoïdale. Les courbes sont présentées à la figure 60, et les valeurs des paramètres sont :

Courbe de von Bertalanffy

L_{oo} = 229,2
K = 1,50
t₀ = -0,084

Courbe saisonnalisée

L_{oo} = 234,9
K = 1,38
t₀ = -0,093
C = 0,06
Phi = 5,36

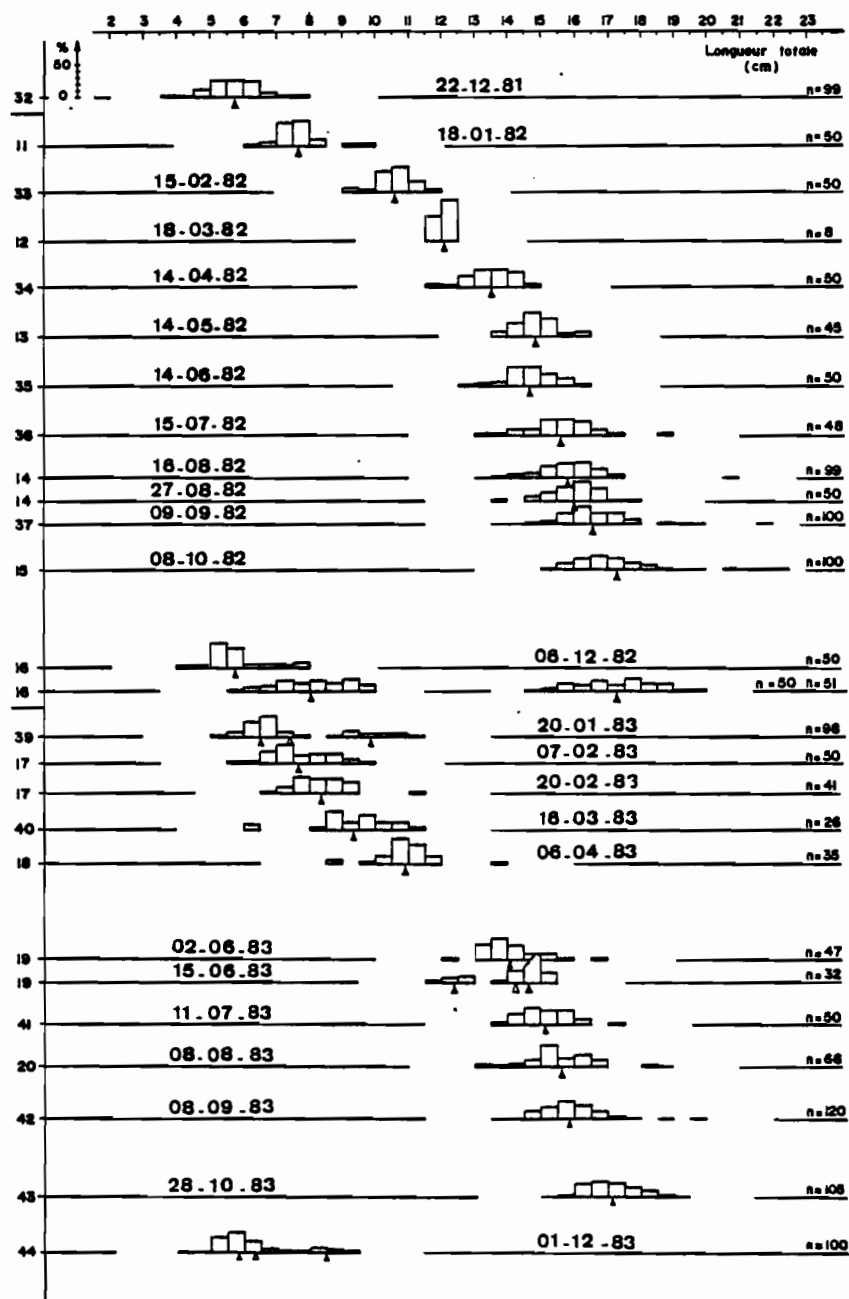


Figure 58. Distribution des fréquences de taille de Amblygaster sirm à la station de Dumbéa.

L'ajustement de la courbe est statistiquement meilleur pour la fonction saisonnalisée. Cette modulation saisonnière de la croissance trouve les mêmes explications que pour la sardine.

La croissance de cette sardinelle a été étudiée en Mer Rouge sur les côtes égyptiennes par RAFAIL (1972) et, SANDERS et KEDIDI (1984), ainsi qu'à Ceylan par DAYARTNE et GJOSAETER (1986). Le tableau 29 résume les résultats de ces travaux en les comparant à ceux obtenus en Nouvelle-Calédonie.

Tableau 29. Comparaison des études sur la croissance de *A. sirm* en Mer Rouge, le long des côtes de Ceylan, et dans le lagon de Nouvelle-Calédonie.

	Paramètres de l'équation					âges/longueurs			
	Loo	K	to	C	Phi	6 mois	1 an	2 ans	3 ans
RAFAIL	-	-	-	-	-	-	125	165	205
SANDERS et KEDIDI	261	0,375	-0,268	-	-	-	99	149	184
DAYARTINE et GJOSAETER (1)	228,7	2,38	-0,083	-	-	172	211	-	-
" " (2)	230	3,5	0	-	-	190	223	-	-
	229,2	1,50	-0,084	-	-	134	184	219	-
Présente étude (3)	234	1,38	-0,093	0,06	5,36	136	180	220	-
(4)									

(1) ajustement avec les progressions modales

(2) ajustement avec le programme ELEFAN

(3) fonction non saisonnalisée

(4) fonction saisonnalisée

La croissance calculée en Mer Rouge est extrêmement lente, et la différence par rapport aux autres études est surprenante. A l'inverse, à Ceylan, elle est un peu plus rapide qu'en Nouvelle-Calédonie, mais l'ajustement ayant été établi au moyen de lectures de stries journalières sur des otolithes, il est possible que des stries manquantes, chez les individus de grande taille, conduisent à une sous estimation de leur âge.

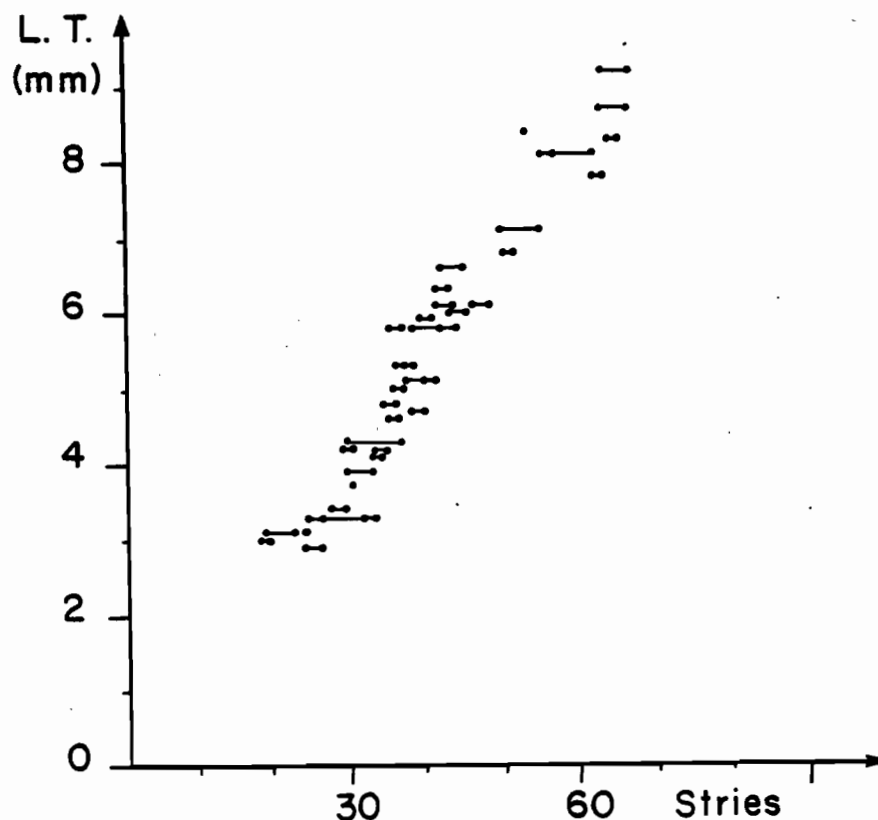


Figure 59. Relation entre la longueur totale et le nombre d'incréments comptés sur les otolithes (les points représentatifs des otolithes droits et gauche d'un même individu sont liés par un trait).

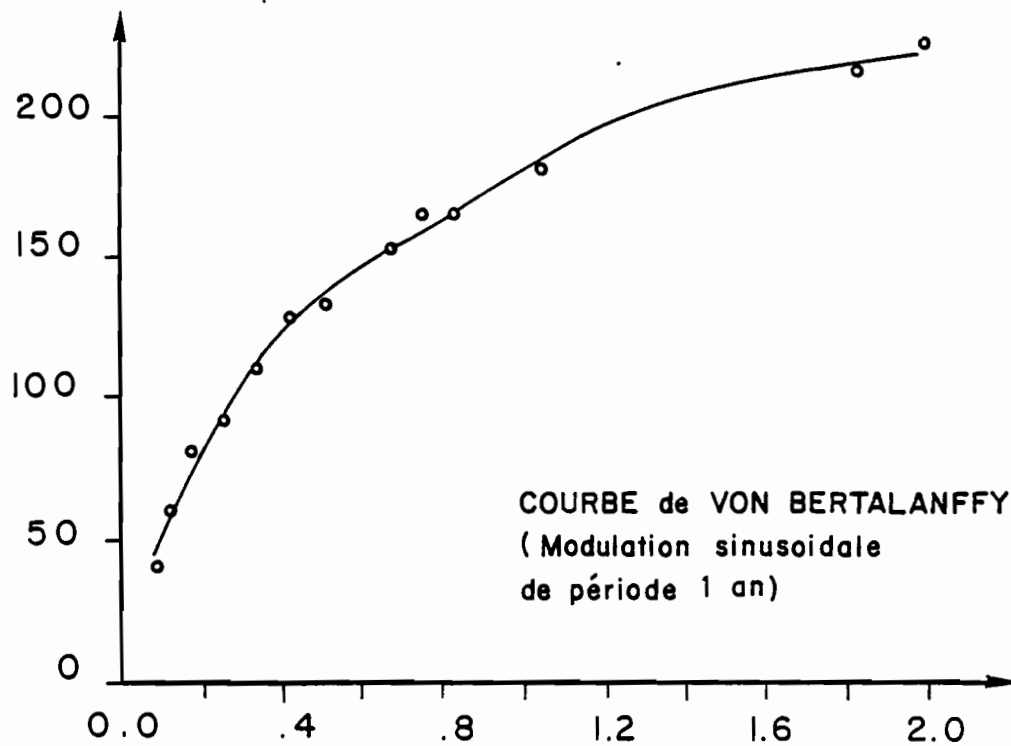
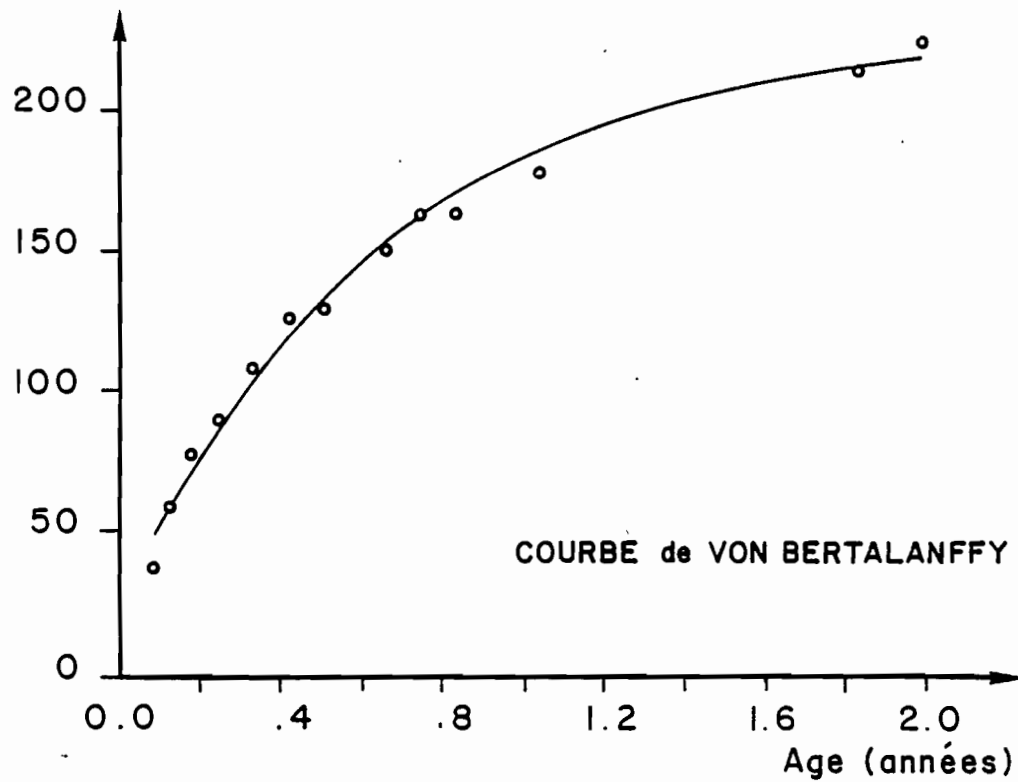


Figure 60. Courbes de croissance de *Amblygaster sirm.*

5.3.3.6. Amblygaster clupeioides

Cette sardinelle est pêchée occasionnellement et rarement en grand nombre. Les distributions de fréquence de taille à chaque campagne sont présentées à la figure 61 et l'on observe comme pour l'autre sardinelle une évolution annuelle des cohortes. Le regroupement des mesures sur une base mensuelle (Annexe 4) permet d'observer des filiations, et d'établir une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{\infty} = 244,6 \quad K = 1,82 \quad t_0 = -0,05$$

Les couples âge-longueur utilisés pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées sont données dans l'Annexe 5.

Aucune étude n'a pu être trouvée faisant référence à la croissance de cette espèce.

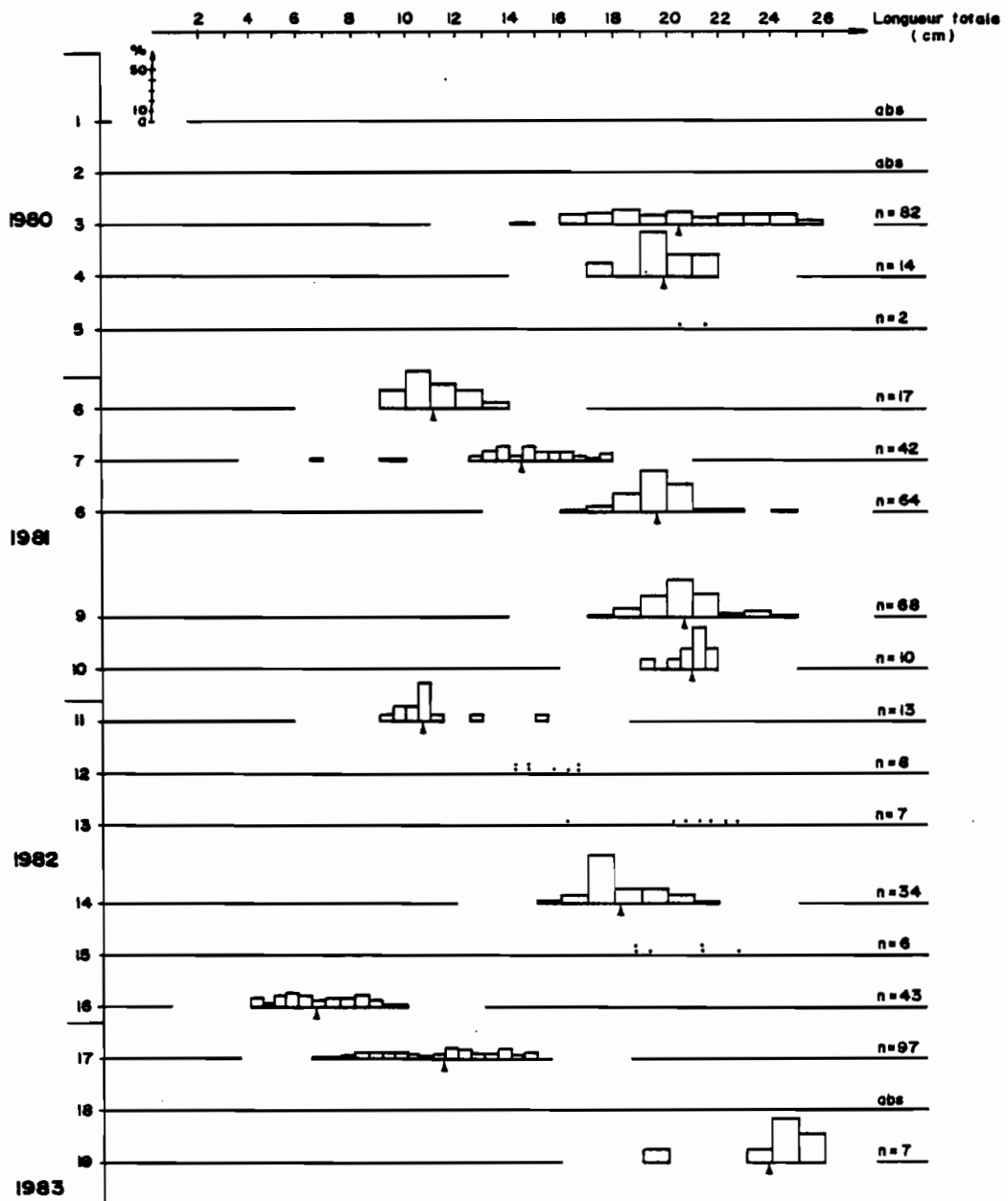


Figure 61. Distribution des fréquences de taille de Amblygaster clupeioides pour l'ensemble des stations.

5.3.3.7. Dussumieria sp. A et sp. B

Pendant la plus grande partie de l'étude les deux espèces de Dussumieria ont été confondues et les observations réalisées ont mélangé les deux espèces. A partir du milieu de l'année 1982 les distributions de fréquence de tailles ont été faites sur chaque espèce, mais leur nombre est insuffisant pour déduire des informations précises sur la croissance des grands sprats de Nouvelle-Calédonie. La figure 62 montre les distributions qui ont été effectuées.

Comme pour les sardines et les sardinelles on observe en décembre la présence simultanée des jeunes individus et de ceux de un an. Les jeunes mesurent 5 à 7 centimètres et les poissons de un an, 15 à 16 cm. La longueur maximale observée se situe entre 17,5 et 18 cm. L'essentiel de la croissance se fait donc au cours de la première année, et peu d'individus semblent survivre à la période de reproduction.

Le regroupement mensuel des distributions de taille pour l'espèce de type B (corps plus élevé, caudale moins foncée, 18 à 22 branchiospines) (Annexe 4), permet d'observer une filiation de mode et d'établir une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{\infty} = 171,9 \quad K = 2,59 \quad t_0 = -0,005$$

Les couples âge-longueur utilisés pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées sont donnés dans l'Annexe 5.

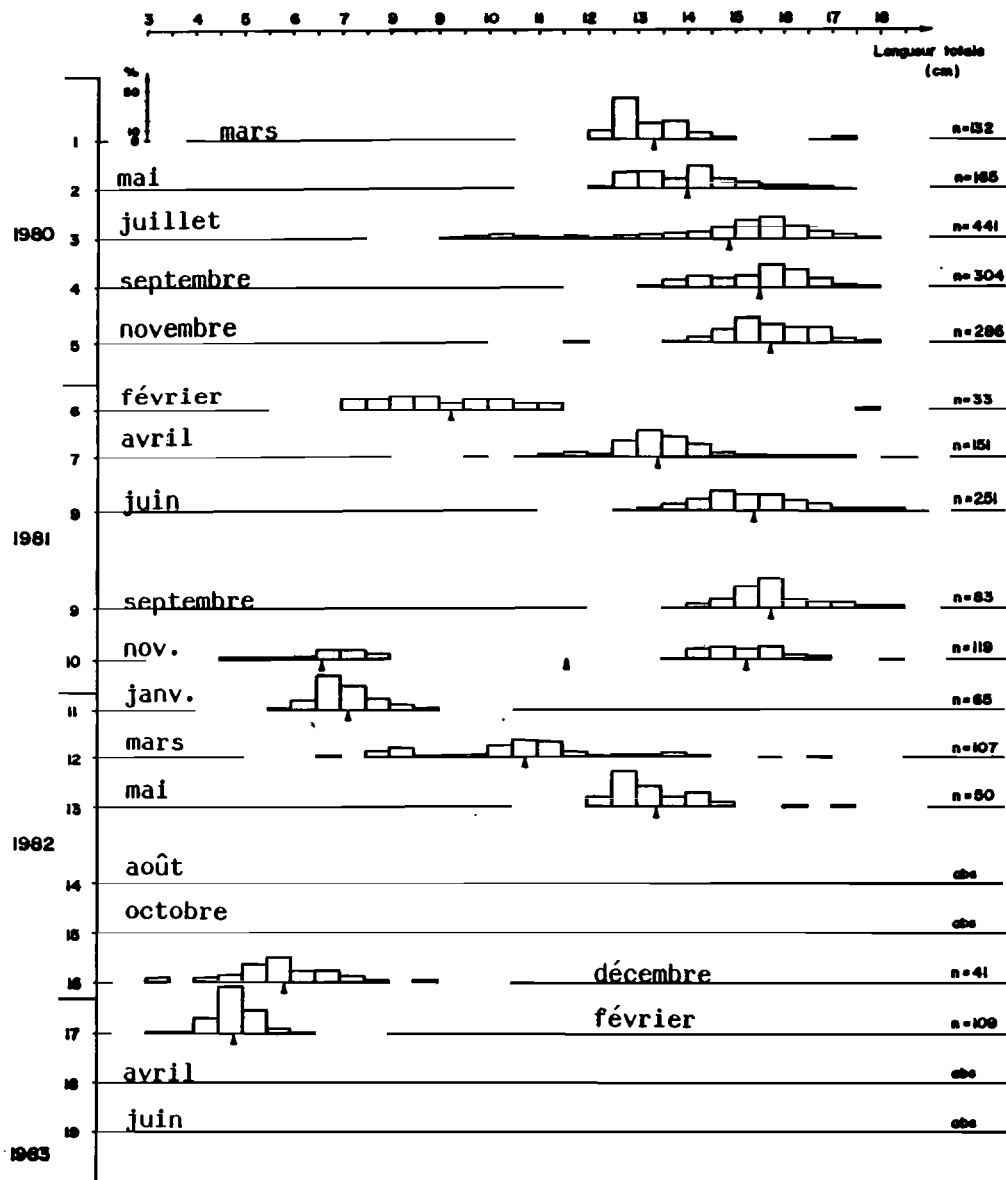
Aucune étude ne paraît avoir été faite dans d'autres régions sur la croissance des Dussumieria.

5.3.3.8. Atherinomorus lacunosus

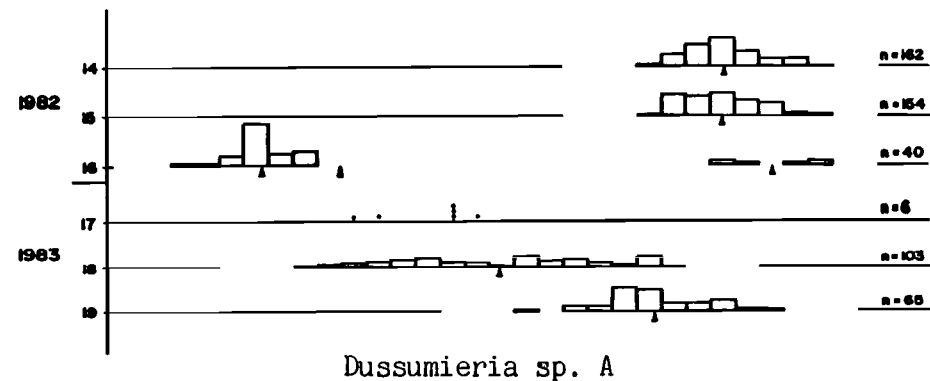
Le prêtre est une des espèces les plus fréquemment capturées et il est souvent abondant dans les pêches. Les observations sont nombreuses et comme pour la sardine et la sardinelle l'évolution des cohortes à certaines stations, où cette espèce est capturée régulièrement, de même que le regroupement des distributions de fréquence par campagne pour l'ensemble des stations montrent une évolution annuelle. Les observations mensuelles réalisées en baie de Dumbéa, ont été choisies pour montrer l'évolution des cohortes (figure 63), bien que les jeunes prêtres ne soient pas capturés à cette station.

Afin d'établir une équation de von Bertalanffy décrivant une situation moyenne de la croissance de cette espèce la filiation des modes a été établie sur le regroupement mensuel des distributions de fréquence (Annexe 4). Les valeurs employées pour l'ajustement de la fonction (figure 64) ainsi que les longueurs calculées à l'aide des fonctions établies sont données dans l'Annexe 5, et les valeurs des paramètres sont :

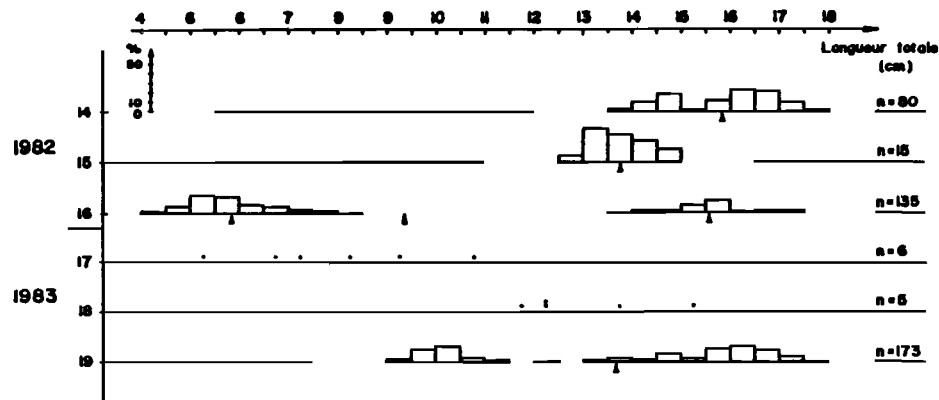
Equation de von Bertalanffy	courbe saisonnalisée
$L_{\infty} = 121,9$	$L_{\infty} = 135,8$
$K = 1,96$	$K = 1,20$
$t_0 = -0,055$	$t_0 = -0,230$
	$C = 0,101$
	$\Phi = 3,81$



Dussumieria spp.



Dussumieria sp. A



Dussumieria sp. B

Figure 62 : Distribution des fréquences de taille des Dussumieria à l'ensemble des stations.

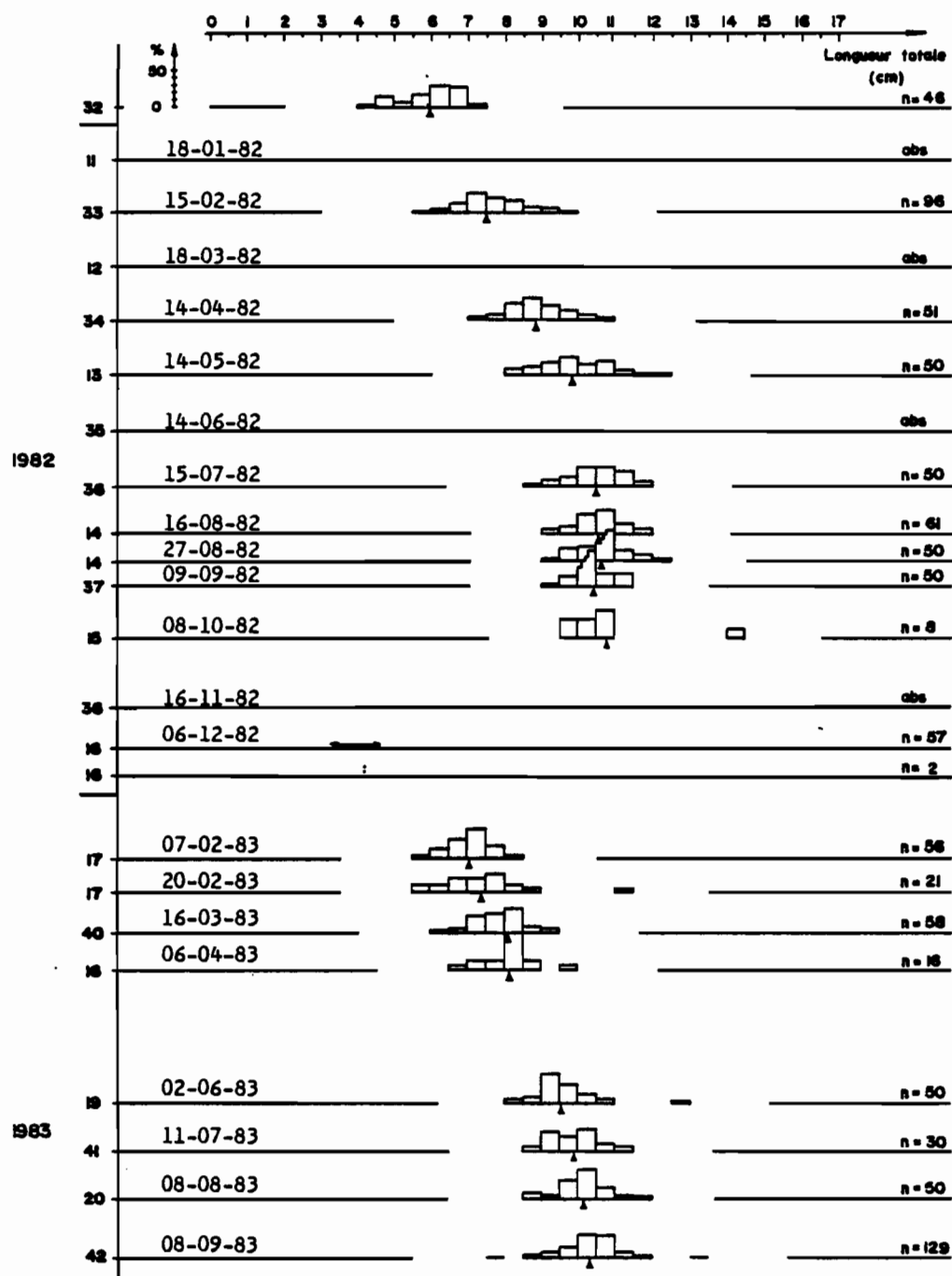


Figure 63. Distribution des fréquences de taille de Atherinomorus lacunosus en baie de Dumbéa.

Peu d'études ont été faites sur la croissance d'Atherinomorus lacunosus. HIDA et UCHIYAMA (1977) aux îles Marshall ont fait des observations sur les otolithes. Ils estiment que les prêtres de 67 mm de longueur standard (soit 80 mm LT) sont âgés de 9 mois. Aux Seychelles, (Anon., 1983 b) les prêtres mesureraient 55 mm LF (soit 60 mm LT) à 6 mois et 86 mm LF (soit 94 mm LT) à un an.

Les croissances observées dans ces deux études sont plus faibles que celles observées en Nouvelle-Calédonie.

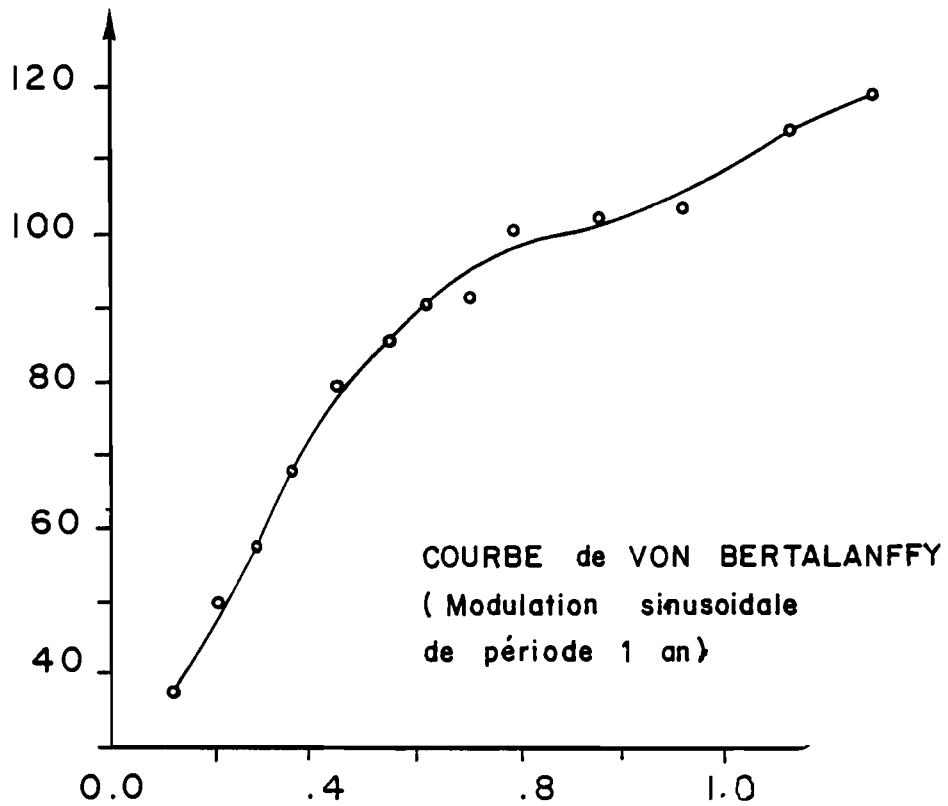
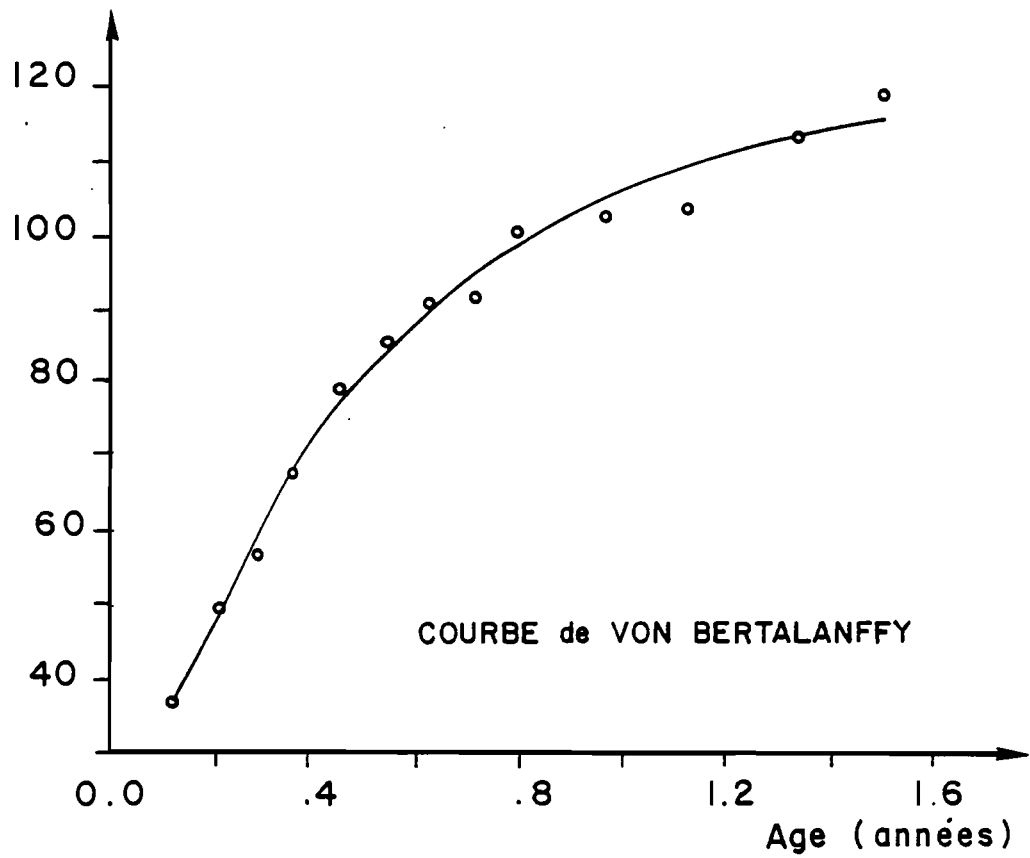


Figure 64. Courbes de croissance de Atherinomorus lacunosus.

5.3.3.9. Leiognathus bindus

Les distributions de fréquence de taille observées à chaque campagne et cumulées pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie sont présentées à la figure 65. Celle-ci montre la présence et l'évolution d'une cohorte annuelle. Le regroupement de l'ensemble des mesures sur une base mensuelle (Annexe 4) permet d'ajuster une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{\infty} = 110,6$$

$$K = 1,39$$

$$t_0 = + 0,013$$

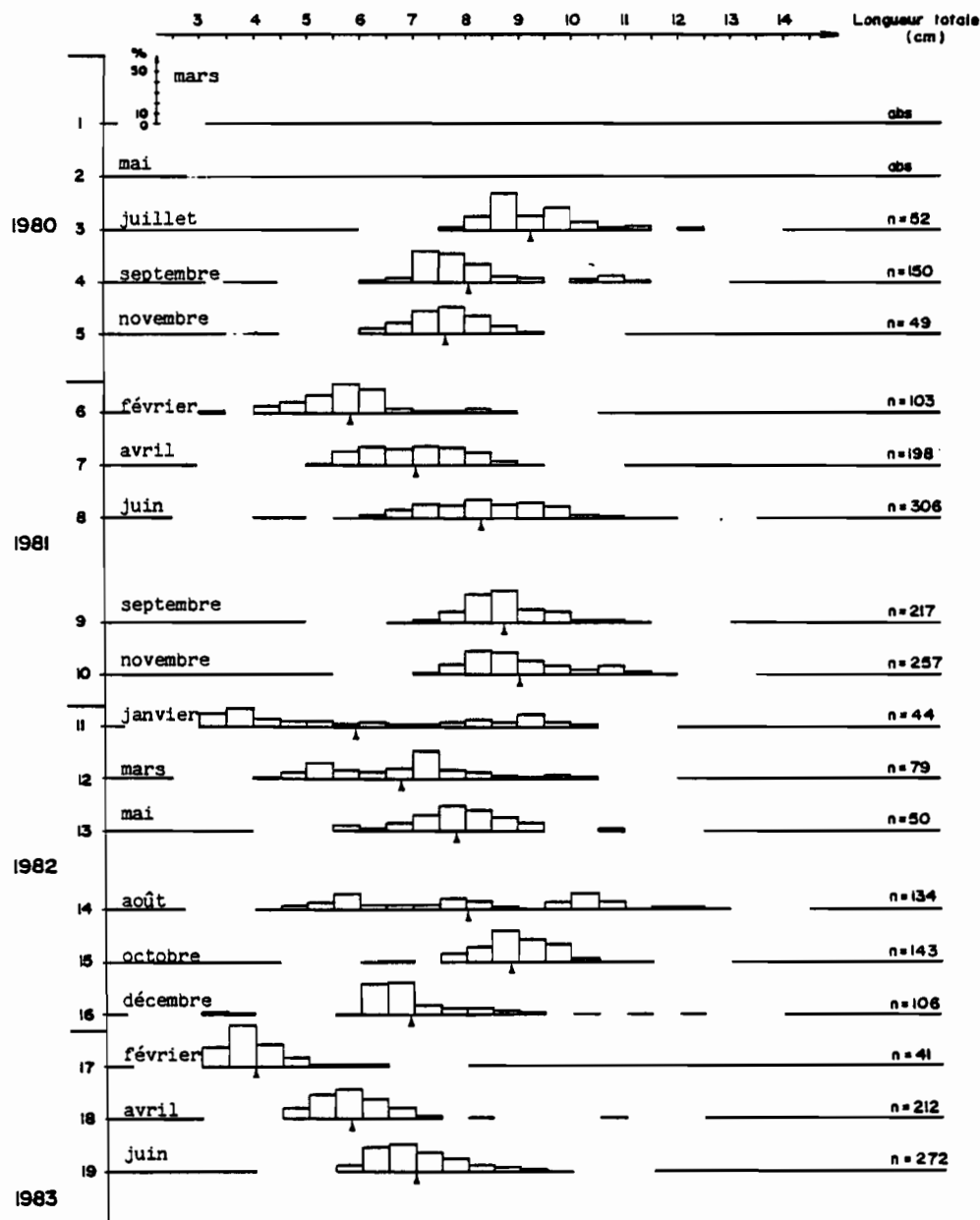


Figure 65. Distribution des fréquences de taille de Leiognathus bindus pour l'ensemble des stations.

Les couples âge-longueur utilisés pour établir l'ajustement ainsi que les longueurs calculées avec la fonction calculée sont donnés dans l'Annexe 5.

PAULY et DAVID (1981) ont établi un ajustement de fonction de croissance avec le programme ELEFAN à partir des observations publiées par BALAN (1967) sur les L. bindus de la région de Calicut (Inde). Les résultats sont proches de ceux observés en Nouvelle-Calédonie.

5.3.3.10. Gazza minuta

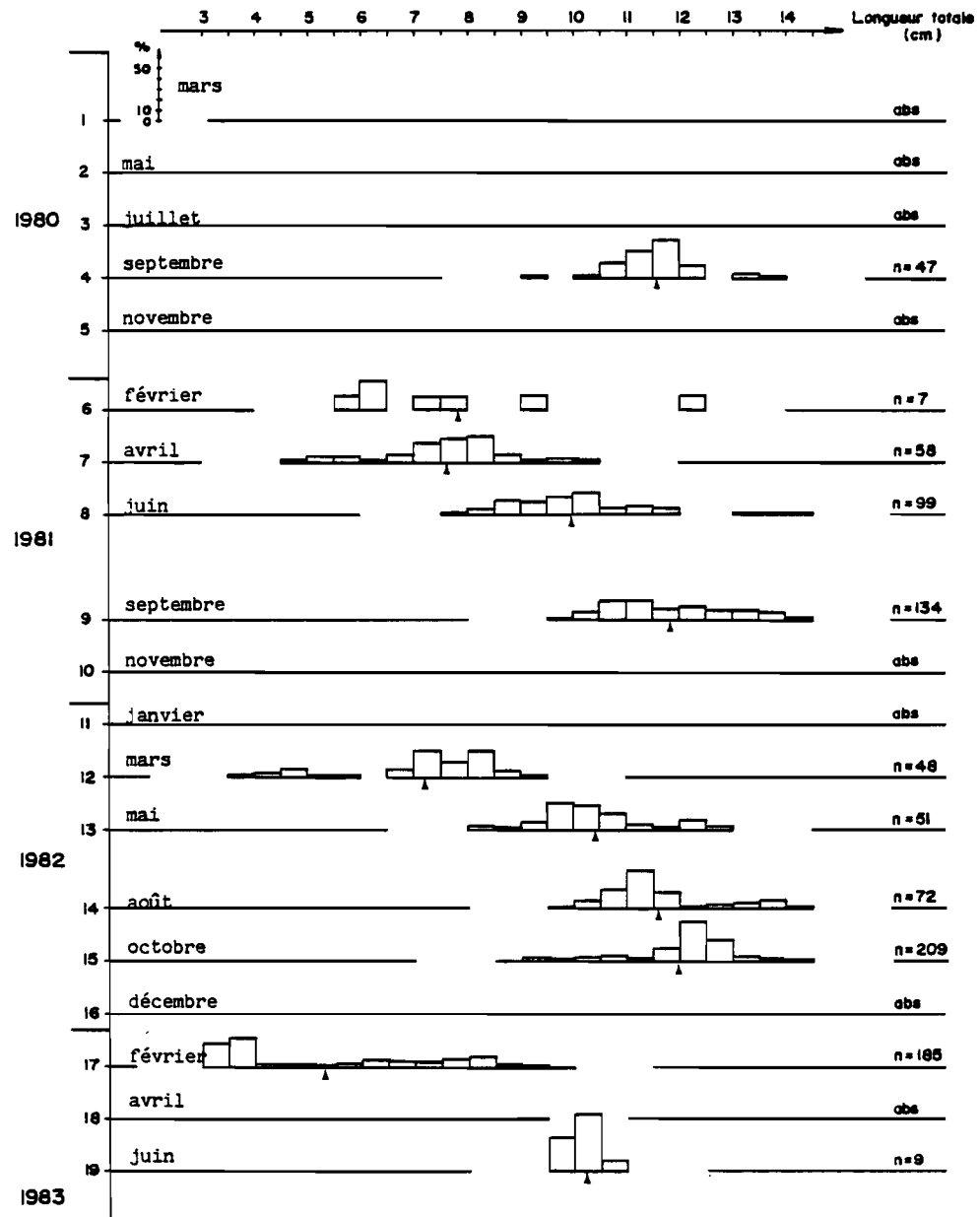


Figure 66. Distribution des fréquences de taille de Gazza minuta pour l'ensemble des stations.

Comme pour les espèces étudiées précédemment la figure 66 présente un cumul des distributions de fréquences mesurées au cours de chaque campagne sur l'ensemble des stations. Le regroupement mensuel des mesures (Annexe 4) a servi à ajuster une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{\infty} = 149,9 \quad K = 1,57 \quad t_0 = - 0,008$$

Les couples âge-longueur utilisés pour établir la fonction ainsi que les longueurs calculées sont donnés dans l'Annexe 5. La taille de première maturité, 120 mm, est atteinte lorsque les individus atteignent l'âge de un an.

La croissance de cette espèce ne semble pas avoir été étudiée ailleurs.

5.3.3.11. Rastrelliger kanagurta

Le maquereau apparaît de façon assez saisonnière, mais à la station de Dumbéa quelques individus au moins sont toujours présents dans les pêches. La figure 67 présente la distribution des fréquences de taille à cette station, et montre l'évolution régulière des cohortes qui apparaissent vers le mois de décembre. Les filiations modales observées en baie de Dumbéa ainsi que le regroupement mensuel des fréquences de taille (Annexe 5) ont été employées pour ajuster une fonction de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{\infty} = 236,5 \quad K = 2,97 \quad t_0 = + 0,077$$

Les couples âge-longueur utilisés pour l'ajustement de la fonction ainsi que les longueurs calculées sont donnés dans l'Annexe 5. Aucun poisson de plus de un an n'ayant été capturé, l'équation proposée n'est applicable que pour la première année.

La croissance de ce maquereau a été étudiée en Mer Rouge le long des côtes égyptiennes par RAFAIL (1972) puis SANDERS et KEDIDI (1984). Ces derniers présentent une fonction saisonnalisée. En Inde, des études ont été faites sur la croissance du maquereau par GEORGE et BANERJI (1964) et RAO et al. (1965). Plus récemment, YOHANNAN (1979) estime qu'il convient d'employer deux équations pour décrire la croissance du maquereau : une pour la phase immature (jusqu'à 8 mois et 21 cm), l'autre pour la phase adulte. Cette méthode déjà proposée par BEVERTON et HOLT (1957) pour étudier la croissance de certaines espèces, semble convenir à ce maquereau. La figure 68 présente les observations et les ajustements proposés par YOHANNAN (1979) (*).

(*) Les équations présentées illustrent bien le fait que les paramètres L_{∞} , K et t_0 ne sont que de simples supports mathématiques valables pour une classe d'âge définie.

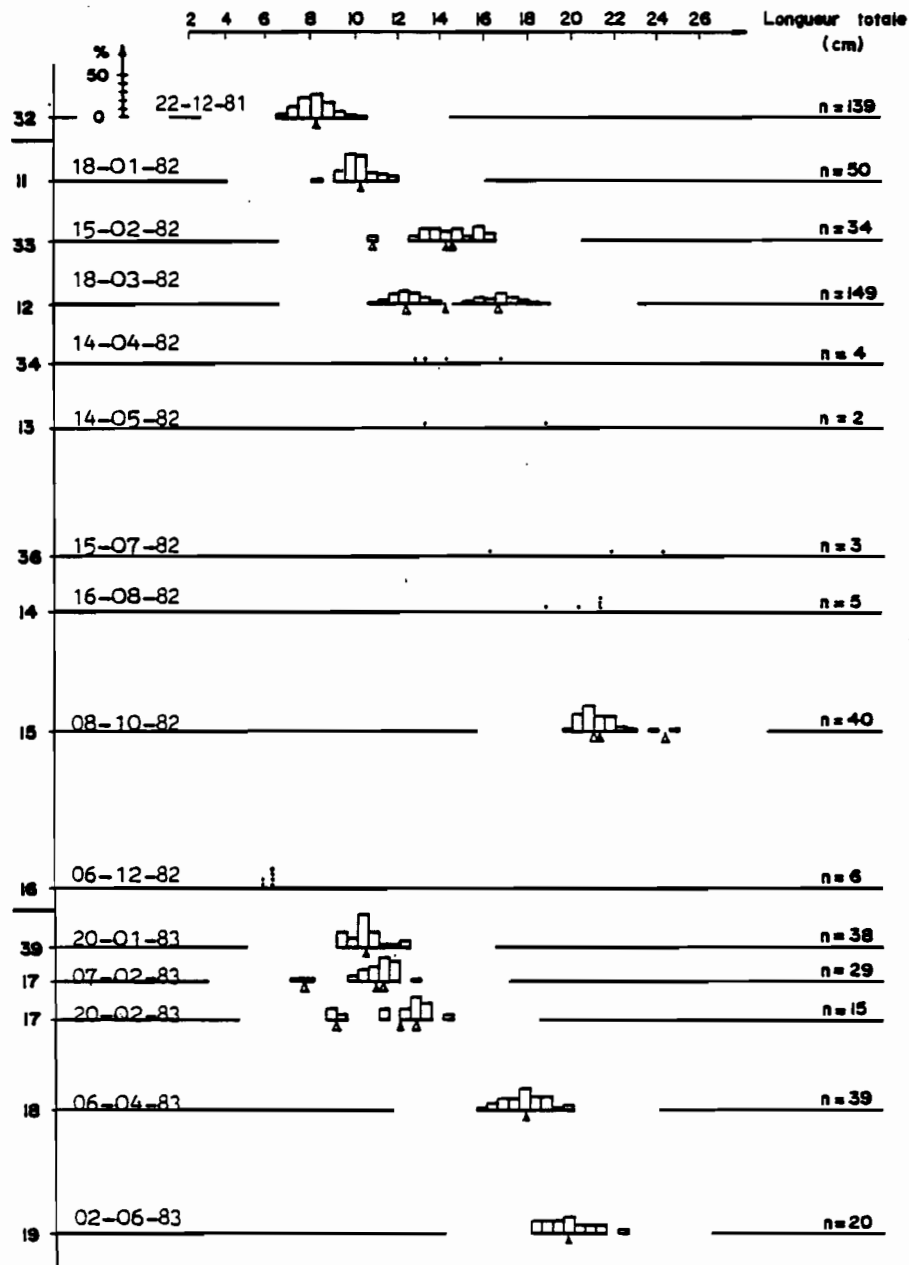


Figure 67. Distribution des fréquences de taille de Rastrelliger kanagurta pour l'ensemble des stations.

Le tableau 30 permet de comparer les études citées.

Les résultats obtenus en Nouvelle-Calédonie sont très proches de ceux des côtes de l'Inde. Par contre, en Mer Rouge la croissance paraît beaucoup plus lente et la mortalité aussi serait plus faible.

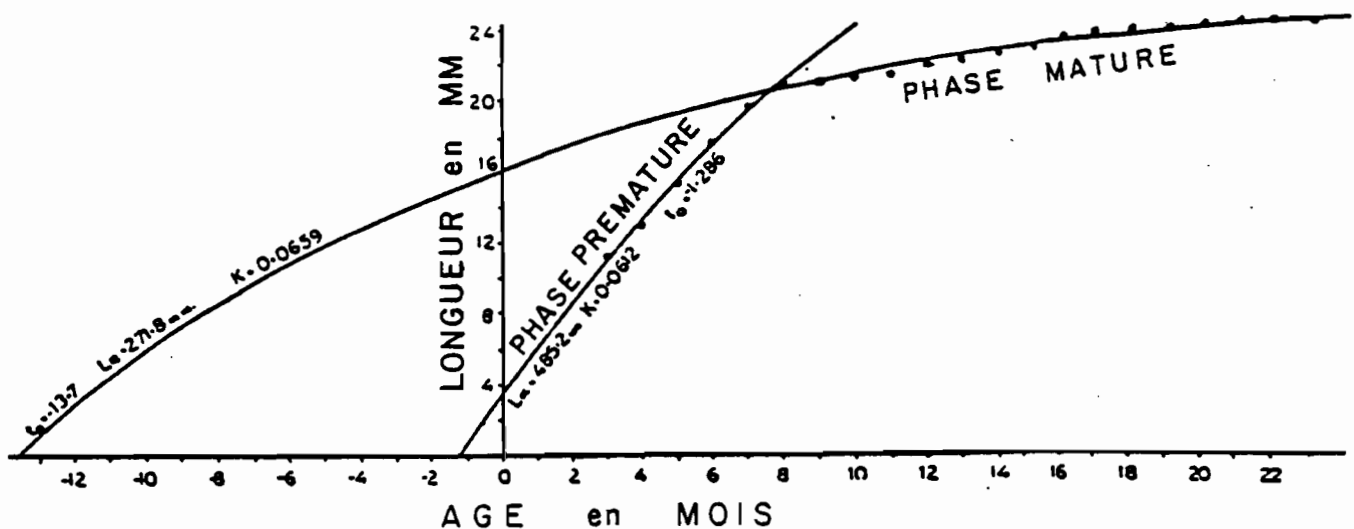


Figure 68. Courbes de croissance calculées séparément pour la période immature et l'âge adulte, et valeurs observées. (d'après YOHANNAN, 1969)

Tableau 30. Comparaison des études sur la croissance de Rastrelliger kanagurta.

		Paramètres de l'équation					âges/longueurs			
		L ₀₀	K	t ₀	C	Phi	6 mois	1 an	2 ans	3 ans
RAFÄIL		-	-	-	-	-	-	180	240	285
SANDERS et KEDIDI	(1)	400	0,234	-0,76	-	-	-	135	191	234
	(2)	440	0,200	-0,76	0,045	-4,13	111	142	196	240
YOHANNAN	(3)	485,2	0,734	-0,107	-	-	176	-	-	-
	(4)	271,8	0,791	-1,142	-	-	-	221	250	-
Présente étude	(5)	236,5	2,97	+0,077	-	-	194	227	-	-

(1) équation non saisonnalisée

(2) équation saisonnalisée (paramètre C et Phi en accord avec la formule donnée chap. 5.1.4.1)

(3) jusqu'à 8 mois

(4) après 8 mois

(5) la première année

5.3.3.12. Decapterus russelli

Le chinchard a été capturé de façon peu régulière et il est difficile de suivre, à partir des distributions de fréquence de taille par campagne une évolution des tailles modales. Le regroupement de l'ensemble des observations sur une base mensuelles (Annexe 4) permet de voir une progression modale et d'ajuster une équation de von Bertalanffy dont les paramètres sont :

$$L_{00} = 249,4$$

$$K = 1,31$$

$$t_0 = 0,098$$

Les couples âge-longueur utilisés pour établir l'ajustement ainsi que les longueurs calculées avec la fonction sont données dans l'Annexe 5.

Il convient de noter qu'à la différence des espèces étudiées précédemment, les chinchards atteignent souvent l'âge de deux ans.

La même espèce (appelée D. maruadsi) a été étudiée en Mer Rouge par SANDERS et KEDIDI (1984). Leurs résultats comparés à ceux obtenus en Nouvelle-Calédonie sont :

	Paramètres de l'équation			Age/longueurs		
	Loo	K	to	6 mois	1 an	2 ans
SANDERS et KEDIDI	250	0,411	-0,445	80	112	158
Presente étude	249	1,31	-0,098	135	190	233

Comme pour la sardinelle et le maquereau, les croissances observées par ces auteurs sont beaucoup plus lentes que celle constatées en Nouvelle-Calédonie et dans les autres régions où des études ont pu être trouvées. Il serait intéressant de déterminer les causes de ces différences si importantes.

5.3.3.13. Selar crumenophthalmus

Quelques observations ont été faites sur cette espèce mais elles sont cependant insuffisantes pour décrire avec précision la croissance. Les jeunes apparaissent dans les pêches au mois de février et mesurent entre 50 et 140 mm. La taille des individus capturés augmente pendant les mois suivants et en octobre l'on observe deux groupes de taille : l'un autour de la classe 200 et l'autre de la classe 240. Ils pourraient correspondre aux poissons de 1 et 2 ans.

5.3.4. MORTALITE

On peut rappeler que les espèces étudiées ici ne font l'objet d'aucune pêche importante et que la mortalité naturelle peut être confondue à la mortalité totale. Par la suite on parlera donc simplement de "la mortalité".

Le calcul du taux de mortalité au moyen des courbes de captures, nécessite de connaître la relation âge-longueur afin de déterminer les âges d'entrée et de sortie dans chaque classe de taille et de connaître le temps passé dans la classe. Cette relation, décrite par une équation de von Bertalanffy, a été établie précédemment pour un certain nombre d'espèces, et en outre une modulation sinusoïdale de cette équation a été envisagée pour tenir compte des variations saisonnières du rythme de croissance.

Les courbes de captures établies en utilisant une fonction de von Bertalanffy montrent une diminution des effectifs à peu près régulière (figure 69). Par contre celles établies avec la fonction modulée présentent une oscillation qui peut avoir plusieurs causes :

- une augmentation de la mortalité au moment où la croissance est ralentie et où les poissons effectuent leur maturation ;

- une diminution des rendements au cours de cette même période qui se situe en général pour ces espèces entre les mois d'août et de novembre ; ce phénomène avait été observé dans l'étude des prises (cf. 3.3.3.) ;

- un moins bon ajustement de la fonction modulée, ce qui contredirait les résultats obtenus dans l'étude de la croissance.

Sans que les deux premières hypothèses soient contradictoires, la seconde nous paraît la plus vraisemblable et il serait intéressant en théorie, d'introduire un facteur de correction mensuel. Dans la pratique, celui-ci serait difficile à déterminer, et nous avons préféré ne pas le calculer.

L'étude de la croissance ayant montré que les fonctions saisonnalisées, décrivaient de façon plus précise les phénomènes, elles ont été employées pour le calcul des couples âge-longueur nécessaires à l'établissement des courbes de capture. Ces courbes marquant généralement un point d'inflexion au voisinage de l'âge de un an, le calcul du taux de mortalité a été fait séparément pour la classe 3 mois-1 an et la classe 1 an-2 ans. Les valeurs calculées sont présentées dans le tableau 31.

Tableau 31. Coefficients de mortalité. Zo, mortalités calculées à partir du groupe d'âge 3 mois-1 an ; Z1, mortalités calculées à partir du groupe d'âge 1 an -2 ans

espèce	Zo		Z1	
H. quadrimaculatus	2,9	0,2	4,6	0,2
A. sirm	2,9	0,1	4,9	0,6
A. lacunosus	4,5	0,1	4,5	0,1
L. bindus	1,6	0,1	2,9	0,1

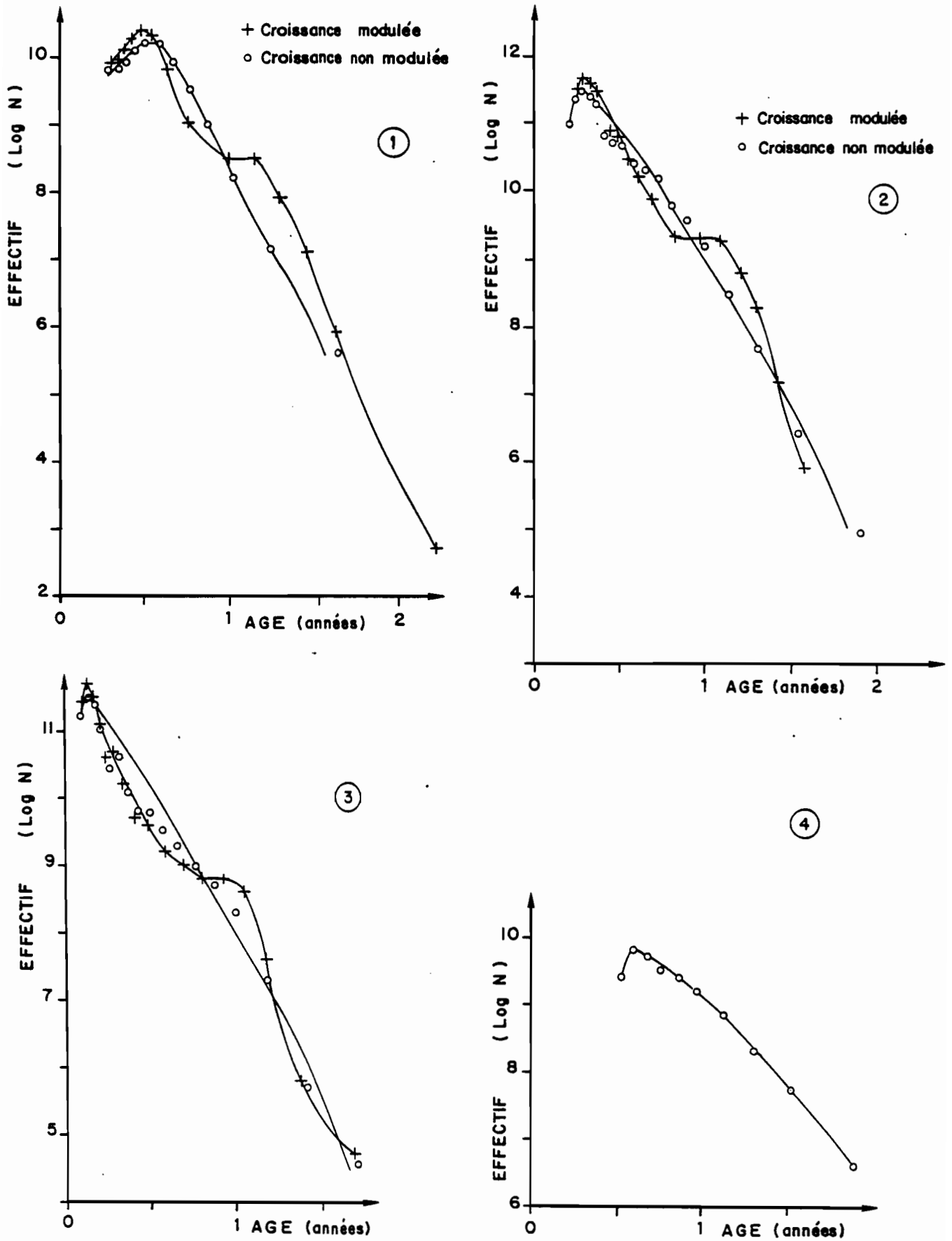


Figure 69. Courbes de capture. 1) *Atherinomorus lacunosus* ; 2) *Herklotsichthys quadrimaculatus* ; 3) *Amblygaster sirm* ; 4) *Leiognathus bindus*.

On constate que pour Herklotsichthys quadrimaculatus, Amblygaster sirm et Leiognathus bindus le taux de mortalité augmente nettement chez les poissons ayant dépassé un an. Cet âge correspond à la première reproduction. FONTANA (1979) avait montré au Congo que chez les espèces démersales de petite taille, la mortalité augmentait avec l'âge. CHABANNE (1985) précise que chez le rouget du Sénégal cette augmentation commence avec la première reproduction. Ces petits pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie présentent ce caractère d'une manière bien marquée et ce facteur biologique indique une tendance à la semelparité.

Les références à la mortalité des espèces qui viennent d'être étudiées sont peu nombreuses.

Pour H. quadrimaculatus, plusieurs études (WILLIAMS et CLARKE, 1983 ; LEWIS et al, 1983 ; Anon, 1983 b) indiquent que les individus dépassent rarement un an et ne survivent en général que quelques mois après l'âge de maturité.

Sur A. sirm en Mer Rouge, SANDERS et KEDIDI (1984) observent pour un stock pêché une mortalité totale de 1,49 mais leurs résultats sur la croissance sont si différents des nôtres que la comparaison des taux de mortalité a peu de sens.

5.3.5. EVOLUTION DE LA BIOMASSE DES COHORTES

L'évolution de la biomasse théorique de cohortes de 100 000 individus à l'âge de 1 mois a été analysée pour Herklotsichthys quadrimaculatus, Amblygaster sirm, Atherinomorus lacunosus et Leiognathus bindus avec les paramètres calculés précédemment qui décrivent la croissance, la mortalité et les relations poids-longueur. La figure 70 présente les courbes représentatives de cette évolution et indiquent la taille critique et l'âge de première maturité.

Plusieurs points sont intéressants à noter :

- la biomasse maximale des sardines, sardinelles et prêtres s'observe six mois environ après leur naissance ce qui correspond à la période mai-juillet qui est justement le moment où ces espèces sont les plus abondantes dans les pêches (cf. fig. 21) ;

- pour chacune de ces espèces, la taille de première maturité est proche de la taille critique ;

- la très forte mortalité chez ces espèces, surtout au cours de la seconde année entraîne une quasi-disparition de la population au cours de la seconde année de vie.

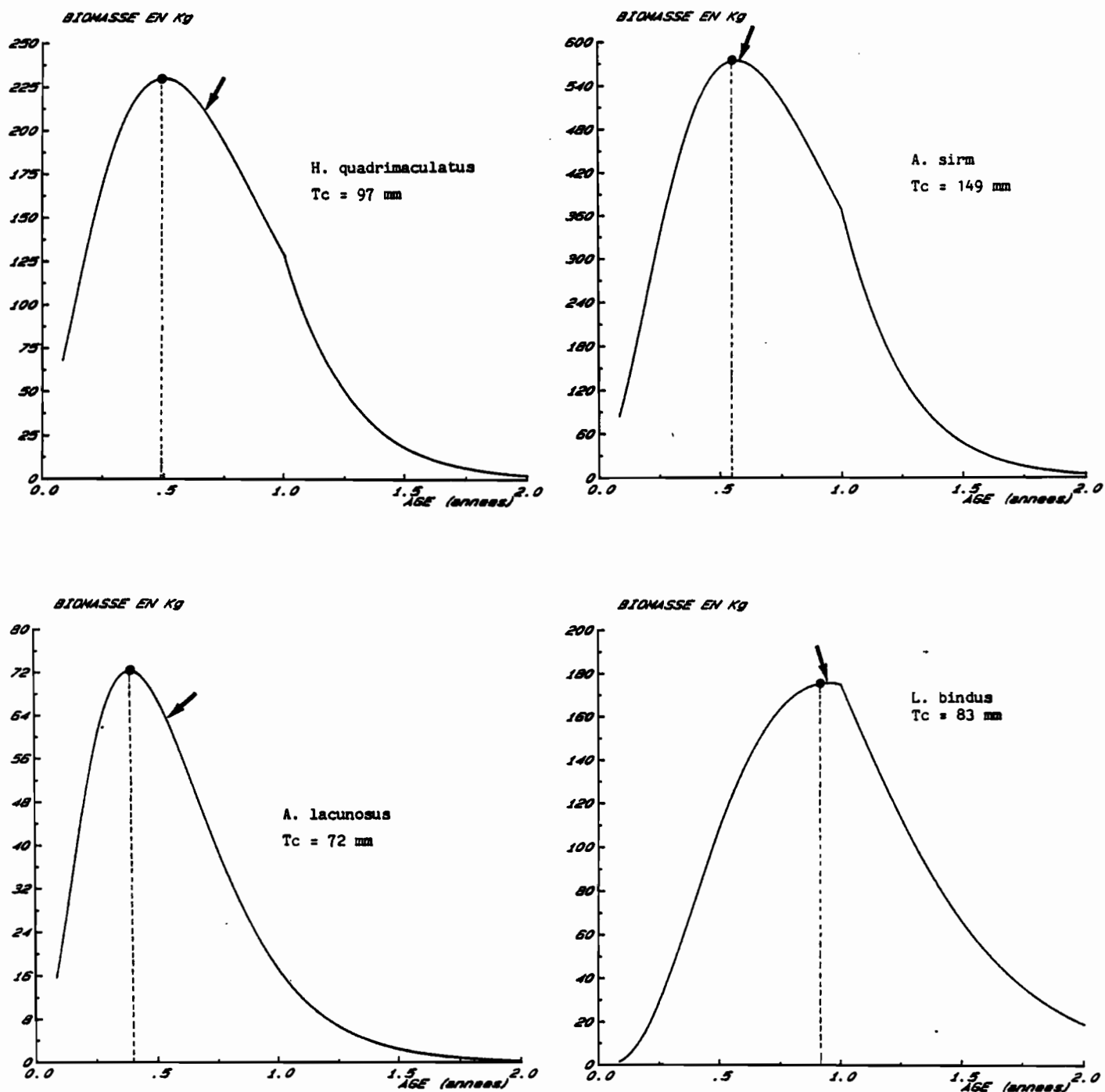


Figure 70. Evolution des biomasses instantannées de cohortes théoriques de 100 000 individus à 1 mois. Les âges de première reproduction sont indiqués par des flèches.

5.3.6 - CONCLUSION

Les espèces qui viennent d'être étudiées présentent des caractères communs.

- Elles sont de taille moyenne, leur longueur (totale) maximale se situant entre 10 et 25 cm.

- Leur sex-ratio paraît équilibré avec cependant pour certaines espèces une plus forte proportion de femelles chez les individus de grande taille.

- S'il n'est pas possible de tirer des conclusions générales sur la taille de première maturité dans ce groupe où les longueurs maximales sont hétérogènes, par contre, l'âge de la première reproduction se situe toujours au voisinage de un an.

- La reproduction est massive entre octobre et décembre et chez certaines espèces quelques individus matures s'observent encore jusqu'au mois de mars.

- La fécondité relative par ponte se situe, chez les espèces dont l'étude a pu être réalisée, entre 300 et 500 ovocytes/gramme de poisson. Les prêtres font toutefois exception, avec une fécondité de l'ordre de 80 ovocytes/gramme.

- La croissance est rapide.

- La mortalité est forte et une cohorte disparaît presque complètement au cours de la deuxième année de vie.

Deux traits sont particulièrement importants dans la biologie de ces espèces. Elles atteignent la maturité à l'approche de l'âge de un an et ont un cycle biologique annuel. Autre point remarquable : la quasi disparition de la cohorte annuelle au cours de la seconde année de vie. Chez les chinchards, qui sont les espèces les plus grandes de ce groupe, la mortalité est cependant moins élevée et les individus de plus d'un an ne sont pas rares.

5.4 - DISCUSSION

L'étude de la biologie des espèces a permis de préciser les caractères et les paramètres de la reproduction, de la croissance et de la mortalité des poissons pélagiques de petite taille du lagon de Nouvelle-Calédonie. Ces résultats conduisent à analyser de manière synthétique les stratégies rencontrées chez ces espèces.

Taille et phénologie

L'ensemble des espèces qui viennent d'être étudiées, les petits pélagiques du lagon, a été divisé en deux groupes : les espèces de petite taille, de longueur maximum de 8 à 10 cm, à cycle de vie court, inférieur à une année, et les espèces de taille moyenne, de longueur maximum comprise entre 12 et 26 cm, à cycle annuel. La séparation est établie à la fois sur des caractères de taille propres à l'espèce et sur des caractères phénologiques, d'ajustement dans le temps du cycle biologique. (La figure 71 peut schématiser les types de biologie rencontrés).

L'appartenance à l'un ou l'autre de ces groupes n'est cependant pas stricte. Ainsi à Hawaï et aux Seychelles, où les conditions climatiques sont favorables pendant 7 ou 8 mois, Herklotsichtys quadrimaculatus et Atherinomorus lacunosus ne présentent pas un cycle biologique annuel comme en Nouvelle-Calédonie. A l'opposé, le prêtre, Hypoatherina ovalaua que nous avons classé parmi les espèces à cycle court pourrait en Nouvelle-Calédonie se situer à la limite des espèces à cycle annuel. Par ailleurs, la longueur maximale d'une espèce peut varier sensiblement d'une région à une autre de son aire de répartition dans l'indo-pacifique, en fonction de l'environnement.

La phénologie des espèces dans une région est donc le résultat de l'action de la périodicité des facteurs climatiques et de l'environnement sur les caractères génétiques propres à l'espèce.

Adaptations liées à la petite taille

La réduction de taille, permet à ces poissons, d'utiliser des aliments de très petite taille, avec un rapport optimal entre le coût de la chasse et l'apport énergétique de l'aliment (KERR, 1971 ; SCHOENER, 1971). Elle place aussi ces espèces en position favorable pour une compétition de prédation sur des aliments de petite taille. SMITH (1978) a ainsi montré, qu'une différence en longueur de 12 % était suffisante pour éliminer la compétition sur une ressource de taille optimale pour les prédateurs. Les espèces de taille moyenne occupent une autre strate du domaine trophique.

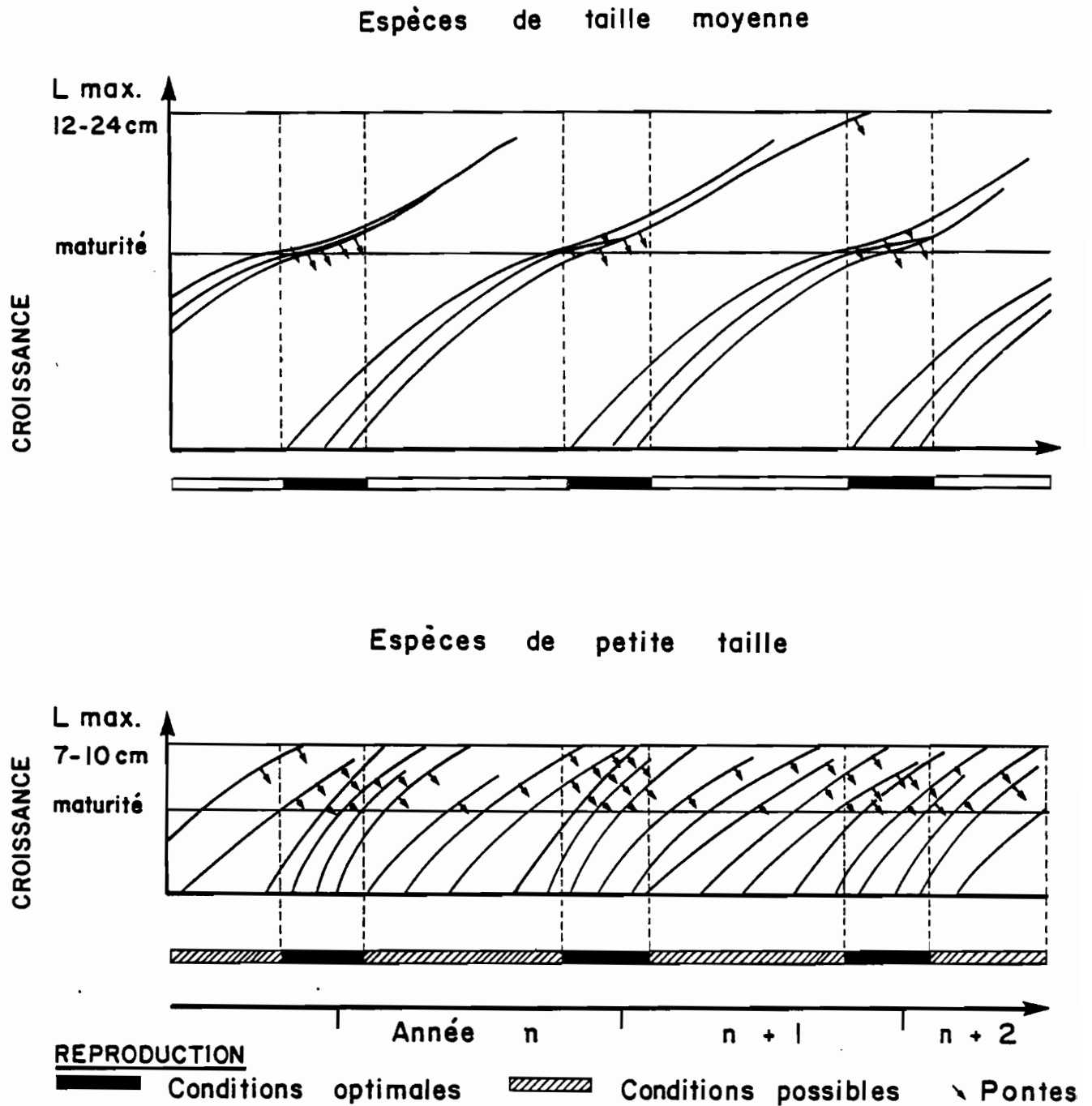


Figure 71. Représentation schématique de deux types phénologiques, observés chez les poissons pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie.

Plusieurs études (WOOTTON, 1979 ; WOODHEAD, 1979) ont présenté l'hypothèse que le coût énergétique de la reproduction était important et que celle-ci ralentissait la croissance somatique et augmentait la sénescence. A l'inverse, donnant une antériorité à la réduction de taille, STEARNS (1976) estime que la prédation étant un facteur de mortalité particulièrement important chez les espèces de petite taille, la réponse adaptative est une maturité sexuelle précoce et une effort reproductif intense, quitte à réduire la survie des adultes. En évitant d'attribuer une antériorité à l'un des deux phénomènes on peut dire qu'il y a, chez ces espèces pélagiques de lagon corallien, coexistence de trois processus adaptatifs : la **diminution de taille**, la **maturité précoce** et le **fort taux de mortalité**.

Potentiel reproductif

Les observations sur la fécondité par ponte faites au cours de cette étude ne permettent pas en l'absence de mesures sur le nombre et la fréquence des pontes de déterminer la fécondité réelle de ces espèces. De nombreux poissons des mers chaudes ou tempérées ont une saison de ponte longue et des pontes répétées. En Californie HUNTER et al. (1983) et PARRISH et al. (1986) ont déterminé qu'en fonction de l'âge et des conditions du milieu, les pontes de l'anchois *Engraulis mordax* se produisaient à des intervalles de 7 à 10 jours pendant 2 à 5 mois. A l'extrême, des petits poissons d'eau douce comme certains cyprinodontidés ovipares peuvent pondre tous les jours pendant une longue saison de reproduction. Les observations sur les stades sexuels réalisées en Nouvelle-Calédonie montrent qu'il y a des pontes répétées. Une étude des rythmes de ponte avec la technique développée par HUNTER et GOLDBERG (1980) serait d'un grand intérêt afin d'avoir une connaissance plus précise du potentiel reproductif de ces espèces.

Itéroparité ou semelparité

Deux types de biologie sont distingués en fonction du nombre de reproductions qu'est susceptible d'avoir un organisme pendant sa vie.

- La **semelparité**, si l'organisme se reproduit une seule fois et meurt ensuite. C'est le cas par exemple, des saumons des côtes nord-américaines du Pacifique. Si cette reproduction est liée au cycle circannuel on parle d'**espèces annuelles**.
- L'**itéroparité** si l'organisme se reproduit plusieurs fois au cours de sa vie. Si ces reproductions sont liées aux cycles circannuels on parle d'**espèces perennes**.

Dans le cas des poissons pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie l'appartenance à l'une ou l'autre de ces catégories pose un problème. S'il est vrai que ces espèces

peuvent avoir des pontes fractionnées, elles n'ont en général qu'un seul cycle de reproduction après lequel elles meurent. Ceci est la règle chez les espèces de petite taille et le cas le plus fréquent chez les espèces de taille moyenne. On peut donc parler de **tendance à la semelparité**. Chez les chinchards cependant, (Selar crumenophthalmus et Decapterus russelli) qui sont les espèces de cette étude dont la longueur maximale est la plus grande (25 à 26 cm), cette tendance est nettement moins marquée et les poissons de deux ans ne sont pas rares.

Tendance à la semelparité et stabilité des populations

La mortalité presque totale des adultes après une seule période de reproduction, nécessite un ajustement (ou une stratégie) assurant pour chaque espèce le maintien de la population dans son ensemble, au cas où les conditions seraient défavorables au cours de la vie larvaire ou juvénile et entraînerait un échec du recrutement. Le très grand fractionnement géographique des populations en de nombreuses sous-populations pourrait permettre une réduction des risques. Les lagons Est et Ouest sont en effet très allongés et étroits. Le lagon Ouest en particulier, qui s'étend sur près de 400 km n'a souvent que quelques kilomètres de large et entre les baies le lagon est parsemé de récifs et platiers freinant la circulation de l'eau et des individus. Chaque baie ou région a ainsi une sous-population qui présente une autonomie et le risque d'effondrement qui pourrait frapper une population uniforme en cas de mortalité massive des larves ou des juvéniles est exclu. Lorsque la sous-population d'une baie par exemple, a été décimée à la suite d'un accident dans le recrutement, l'équilibre se rétablit après un ou deux ans, ou même quelques mois pour les espèces à cycle de vie court, par l'immigration progressive de larves ou d'adultes depuis les baies voisines. Les variations interannuelles de la composition spécifique qui ont été décrites dans certaines baies (cf. chap. 3.2.4.) sont un argument en faveur de cette théorie, de même que les observations de DALZELL et WANKOWSKI (1980) qui avaient noté l'effondrement de la population d'anchois et de sprats de la passe Ysabel à la suite d'une exploitation intensive, puis le retour à une situation normale en trois mois.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'étude qui vient d'être présentée était initialement motivée par une demande du Territoire de Nouvelle-Calédonie de faire l'inventaire des ressources du lagon en appât thonier et de fournir une base à la gestion de leur stock. Pour effectuer une analyse satisfaisante, il est apparu opportun dans un milieu aussi vaste et mal connu, de réaliser une étude relativement exhaustive des poissons pélagiques de petite taille, en cherchant à répondre aux questions qui ont été formulées dans l'introduction au sujet des meilleurs sites de pêche, des espèces qui constituent l'appât et de leur biologie, des variations spatiales et temporelles des captures, des quantités exploitables et enfin, d'un point de vue écologique, de la place des petits pélagiques dans le système lagonaire.

La fréquence des demandes des services administratifs du Territoire, sur diverses espèces ou problèmes d'exploitation des ressources du lagon a été un autre encouragement à appréhender de façon assez large, l'étude des poissons du lagon. De fait, l'arrêt de l'activité des thoniers canneurs en Nouvelle-Calédonie, pour des motifs économiques et de gestion de l'entreprise, nous a confirmé que l'option d'une étude générale de biologie et d'écologie avait été plus appropriée qu'une approche qui se serait restreinte à la définition des ressources exploitables. Pendant la réalisation de ce travail, l'idée a pris corps au Centre ORSTOM de Nouméa de l'intégrer avec d'autres opérations de recherche en cours, dans un programme d'étude de l'écologie et de la production du lagon de Nouvelle-Calédonie. Aujourd'hui plusieurs équipes travaillent activement au sein de ce programme "Lagon".

La présentation du cadre géographique et du milieu a montré que le lagon qui ceinture la Nouvelle-Calédonie constitue un ensemble nettement individualisé de l'océan qui l'entoure. Ce lagon est formé de divers biotopes dont les caractères sont bien marqués : baies envasées, mangroves, rias profondes, récifs et îlots coralliens... En général, les baies reçoivent un petit fleuve côtier et sont séparées entre elles par des récifs et platiers qui leur confèrent une certaine autonomie. Les conditions hydro-climatiques sont assez stables et les variations saisonnières d'une amplitude modérée. La diversité spécifique des poissons pélagiques du lagon est importante et environ 25 espèces sont capturées fréquemment dans les pêches. A une exception près, ces espèces ne sortent jamais du lagon.

Si l'on cherche donc à définir de façon schématique le cadre de l'étude, on peut dire que l'on a un nombre important d'espèces pélagiques, vivant dans un milieu fermé pour elles, qui est constitué par une mosaïque de biotopes.

L'étude de l'écologie des espèces a montré qu'elles se répartissent en fonction de deux gradients, la nature du fond et la profondeur. Ce résultat peut paraître a priori paradoxal pour des espèces dites pélagiques et indique que dans un milieu où la profondeur excède rarement une quarantaine de mètres, les poissons ont tous des relations étroites avec le fond. Des recherches sur la nutrition de ces poissons apporteraient certainement des informations très intéressantes, tant sur leur écologie que sur les relations trophiques et énergétiques dans le lagon.

Une autre observation de l'étude des relations entre les espèces et le milieu qui mérite d'être relevée est la taille réduite des bancs. Elle pourrait s'expliquer par le fractionnement des peuplements en très petites sous-populations qui seraient en général propres à une baie. Les résultats sur les distributions de taille et leur évolution temporelle, obtenus à la suite des campagnes de pêche, appuient cette hypothèse.

Le déplacement des populations vers le fond des baies, au moment où les apports des cours d'eau sont les plus forts et où l'on observe une dessalure des zones côtières mériterait d'être analysé plus en détail et des différences apparaîtraient probablement entre les espèces dont les tendances anadromes peuvent être plus ou moins marquées.

L'étude de la biologie nous a conduit à séparer les espèces en deux groupes, à partir de critères de taille et des caractères phénologiques d'ajustement dans le temps du cycle biologique. Ces deux facteurs sont évidemment liés et il est compréhensible que des individus de petite taille et donc de faible masse, atteignent rapidement l'âge de la reproduction. Dans un milieu où les conditions climatiques sont assez favorables pour permettre la ponte pendant une grande partie de l'année, il y a place pour un groupe de petites espèces à cycle court qui occupe par ailleurs une position privilégiée pour une prédation sur des aliments de taille réduite. Il est remarquable aussi qu'une proportion importante des téléostéens de petite taille se rencontre dans des habitats de dimension restreinte, qu'ils soient marins ou d'eaux douces. Les petites baies du lagon de Nouvelle-Calédonie constituent en effet de tels habitats. Cette étude illustre les liens existant entre la biologie des espèces et les caractères écologiques de leur milieu et il n'est donc pas surprenant que des poissons pélagiques de lagon aient une biologie assez différente de celle d'espèces, pourtant zoologiquement très proches, comme par exemple les sardinelles des côtes ouest africaines, ou l'anchois du Pérou.

La tendance à la semelparité, chez ces poissons qui meurent presque toujours après un seul cycle de reproduction, est un des traits les plus remarquables de leur biologie et pose le problème des mécanismes permettant le maintien des populations, ou leur retour à l'équilibre, au cas où des conditions défavorables auraient entraîné l'échec de recrutement. L'hypothèse du fractionnement pour chaque espèce de l'ensemble de sa population, en de très nombreuses sous-populations inféodées chacune à une baie, pourrait apporter une explication. En effet, il permettrait un partage du risque. L'équilibre se rétablirait progressivement par l'immigration de larves ou d'adultes, depuis des baies voisines. Par ailleurs, les espèces de petite taille, grâce à la succession continue de leurs générations, pourraient rapidement occuper l'espace vacant.

Une autre démarche pourrait être adoptée pour étudier la biologie et l'écologie de ces espèces en restreignant la zone d'étude à une baie afin d'augmenter la fréquence et la précision des observations. Ainsi les paramètres des populations, et particulièrement ceux des espèces de petite taille à cycle de vie court, pourraient être mieux définis, ainsi que certains aspects de leur physiologie et de leur éthologie. D'autre part, des prospections acoustiques pour tenter de mieux comprendre les déplacements saisonniers et apprécier les variations de biomasse des populations à l'intérieur d'une baie ou dans le système fond de baie/récif barrière seraient d'un très grand intérêt.

REFERENCES

REFERENCES

- ABOUSSOUAN A., LAHAYE J., 1979 - Les potentialités des populations ichtyologiques. Fécondité et ichthyoplancton. Cybium, 3e ser., 6: 29-46.
- ABRAMSON N.J., 1971 - Computer programs for fish stock assessment. FAO Fish Tech Pap. 101:1-11 (1).2.10.
- Anon., 1981 - Ressources en appât vivant du lagon de Nouvelle-Calédonie. 1er campagne, mars à septembre 1980 Centre ORSTOM Nouméa. 30 p., 16 tab., 28 fig.
- Anon., 1982a - Ressources en appât vivant du lagon de Nouvelle-Calédonie. 2ème campagne, octobre 1980 à juin 1981 Centre ORSTOM Nouméa. 49 p., 33 fig.
- Anon., 1982b - Ressources en appât vivant du lagon de Nouvelle-Calédonie. Rapport n° 3, décembre 1982. Centre ORSTOM Nouméa. 69 p.
- Anon., 1983a - Ressources en appât vivant du lagon de Nouvelle-Calédonie. Rapport n° 4, décembre 1983. Centre ORSTOM Nouméa. 58 p.
- Anon., 1983b - L'appât vivant aux Seychelles : synthèse des connaissances acquises. Rapp. scient. Mission ORSTOM Seychelles 1 : 68 p.
- Anon., 1985 - Fisheries department Annual report 1984. Govt. of Solomon Islands : 85p.
- ARGUE A.W., CONAND F., WHYMAN D., 1983 - Spatial and temporal distributions of juveniles tunas from stomachs of tunas caught by pole-and-line gear in the central and western Pacific ocean. Techn. rep. Tuna and Billfish Assess. Prog. S.P.C., Nouméa 9 : 47 p.
- ARGUE A.W., KEARNEY R.E., 1982a - An assessment of skipjack and baitfish ressources of Solomon Islands. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 3. S.P.C. Nouméa : 73 p.
- ARGUE A.W., KEARNEY R.E., 1982b - An assessment of skipjack and baitfish ressources of Pitcairn Islands. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 4. S.P.C. Nouméa : 39 p.
- BAGENAL T.B., 1973 - Fish fecundity and its relations with stock and recruitment. Rapp. P.v. Réun. Cons. int. Explor. Mer 164 : 186-198
- BALDWIN W.J., 1977 - A review on the use of live baitfishes to capture skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, in the tropical Pacific ocean with emphasis on their behavior, survival, and availability. In : Shomura (ed.) Collection of tuna baitfish papers. Tech. Rep. NMFS Circ. 408 : 8-35.
- BAUDUIN D., BRUNEL J.P., 1981 - Hydrologie, planche 12. In : ORSTOM (ed.) Atlas de la Nouvelle Calédonie et Dépendances. Paris.
- BEDDINGTON J.R., COOKE J.G., 1983 - The potential yield of fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 242 : 47 p.

- BEN-YAMI M., 1976 - Fishing with light. FAO (ed.) Fishing News Books, London. 121 p.
- BENZECRI J.P., et al, 1973 - L'analyse des données. II : L'analyse des correspondances. Dunod (ed.) Paris : 619 p
- BENZECRI J.P., BENZECRI F., 1980 - Pratique de l'analyse des données. I : Analyse des correspondances. II : Abrégé théorique. Dunod (ed.) Paris. 425 p.
- BERTALANFFY L. von, 1938 - A quantitative theory of organic growth (inquires on growth Laws II), Human biol. **10** (2) : 181-213.
- BEVERTON R.J.H., HOLT S.J., 1957 - On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Lond, **19** : 533 p.
- BEYER J.E., LAURENCE G.C., 1980 - Modelling growth and mortality of larval herring (Clupea harengus). Rapp. P.-Reun. C.I.E.M., **178** : 17-23.
- BINET D., 1968 - Variations saisonnières du zooplancton et plus particulièrement des copepodes du plateau continental de Pointe-Noire (Congo). Thèse 3ème cycle. ORSTOM Paris, 145 p.
- BINET D., 1984 - Copépodes planctoniques du lagon de Nouvelle-Calédonie : facteurs écologiques et associations d'espèces. Mar. Biol. **82** : 143-156.
- BINET D., 1985 - Essai d'utilisation de la diversité spécifique dans l'analyse des communautés de copépodes planctoniques du lagon de Nouvelle Calédonie. Mar. Biol. **88** : 85-89.
- BINET D., DESSIER A., GABORIT M., ROUX M., 1972 - Premières données sur les copepodes pélagiques de la région congolaise. II. Analyse des correspondances. Cah. ORSTOM, ser. Oceanogr., **10** (2) : 125-137.
- BLASCO F., 1982 - Ecosystèmes mangroves : fonctionnement, utilité, évolution. Océanol. Acta n° SP: 225-230.
- BOELY T., CONAND F., MUYARD J., 1980 - L'appât vivant dans le Pacifique tropical Centre et Ouest. Rapp. Scient. Techn. Centre ORSTOM Nouméa **7** : 37 p.
- BOX M.J., 1965 - A new method of constrained optimization and a comparison with other methodes. Comput. J. **8** : 42-52.
- BROTHERS E.B., MATHEWS C.P., LASKER R., 1976 - Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. Fish. Bull. **74** (1) : 1-8.
- BUESTEL D., LAUREC A., 197 - La croissance de la coquille Saint-Jacques (Pecten maximus L.) en rade de Brest et en baie de Saint Brieuc. Haliotis **5** : 173-177.
- BURHANUDDIN, MARTOSEWOJO S., HUTOMO M., 1975 - A preliminary study on the growth and food of Stolephorus sp. from the Jakarta Bay. Penelitian Indones. **14** : 1-30.

- CHABANNE J., 1985 - Le peuplement des fonds durs et sableux du plateau continental sénégalais. Thèse de Doct. d'Etat, Univ. Bret. Occid. 355 p.
- CHAN W.L., 1965 - A systematic revision of the Indo-Pacific clupeid fishes of the genus Sardinella (Family Clupeidae). Jap. J. Ichthyol 12 (3-6) : 104-118 et 13 (1-3) : 1-39.
- CHARDY P., GLEMAREC M., LAUREC A., 1976 - Application of inertia methods to benthic marine ecology : practical implications of the basic options. Estuarine and coastal mar. sci. 4 (2) : 179-205.
- CHEVALIER J.P., 1973 - Coral reef of New Caledonia. In : Biology and geology of coral reefs. Jones et Endean (edit.). Academic Press Inc Vol. 1, geology 1 : 143-166.
- CONAND C., 1977 - Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, Sardinella aurita : pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. Cah. ORSTOM ser. Oceanogr. 15 (4):301-312.
- CONAND C. - Les Holothuries Aspidochiotes du lagon de Nouvelle-Calédonie. Répartition, biologie et exploitation en bêche de mer. Thèse de doctorat d'état. Univ. de Bretagne occid. (en préparation).
- CONAND C., CHARDY P., 1985 - Les holothuries aspidochiotes du lagon de Nouvelle-Calédonie sont-elles de bons indicateurs des structures récifales ? Proc. 5ème congr. int. Recifs coral., Tahiti, 1985, 5 :291-296.
- CONAND F., 1977 - Oeufs et larves de la Sardinelle ronde (Sardinella aurita) au Sénégal : distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. Cah. ORSTOM, Ser. Oceanogr., 15 (3) : 201-214.
- CONAND F., 1984 - Ressources en appât vivant du lagon de Nouvelle-Calédonie. Rapport de synthèse, mars 1980 à 1983. Centre ORSTOM Nouméa : 94p.
- CONAND F., BOELY T., 1982 - Résultats des campagnes de prospection d'appât vivant en Nouvelle Calédonie. La Pêche Maritime 1247 : 96-101.
- COOPER L.F., WANKOWSKI J.W.J., 1980 - The bait and tuna fisheries of Papua New Guinea : the South Papuan coast. Dept. Prim. Ind. Fish div. Port Moresby : 50 p.
- COUDRAY J., 1982 - Les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie : Etat des connaissances et perspectives de recherche. In : Livre jubilaire Gabriel Lucas. Mem. geol. univ. Dijon pp 63-72.
- DAGET J., LE GUEN J.C., 1975. Dynamique des populations exploitées de poissons. in : Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés : 395-443. Lamotte et Bourlière (ed.) Masson, Paris.
- DALZELL P., 1984 - The population biology and management of baitfish in Papua New Guinea waters. Rep. Kavieng Fish. Lab. 84-05 : 59 p.

- DALZELL P.H., WANKOWSKI J.W.J., 1980 - The biology, population dynamics, and fisheries dynamics of exploited stocks of three baitfish species, Stolephorus heterolobus, S. devisi and Spratelloides gracilis in Ysabel Passage New Ireland Province, Papua New Guinea. Res. Bull. DPI, Port Moresby, PNG. **22** : 124 p.
- DANDONNEAU Y., GOHIN F., 1984 - Meridional and seasonal variations of the sea surface chlorophyll concentration in the southwestern tropical Pacific (14°-32° S ; 160°-175° E) Deep Sea Res. **31** (12A) : 1377-1394.
- DAYARATNE P., GJOSAETER J., 1986 - Age and growth of four Sandinella species from Sri Lanka. Fish. Res. **4** (1986) : 1-33.
- DEBENAY J.P., 1985 - Recherches sur la sédimentation actuelle et les thanatocoenoses des foraminifères de grande taille dans le lagon S.O. et sur la marge insulaire sud de Nouvelle-Calédonie. Thèse de doctorat d'état. Université Aix-Marseille II : 200 p + annexes.
- DESSIER A., 1979 - Ecologie dynamique des peuplements zooplanctoniques côtiers et plus particulièrement des copépodes, du sud du golfe de Guinée (côtes du Congo, du Gabon et de l'Angola). Thèse Doct. d'Etat Univ. Paris. **6** : 253 p + annexes.
- DESSIER A., LAUREC A., 1978 - Le cycle annuel du zooplancton à Pointe-Noire (R.P. Congo). Description mathématique. Oceanol. Acta., **1** (3) : 285-304.
- DIDAY E., 1971 - Une nouvelle méthode en classification automatique et reconnaissance des formes. Rev. Stat. Appl. **19** (2) : 19-33.
- DOMAIN F., 1972 - Poissons demersaux du plateau continental sénégalais. Application de l'analyse aux composantes principales à l'étude d'une série de chalutages. Cah. ORSTOM, ser. oceanogr. **10** (2) : 111-123.
- DOMAIN F., 1980 - Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalais-mauritanien : les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. Thèse Doct. d'Etat Univ. Paris **6** : 342 p + annexes.
- DURAND J.R., 1978 - Biologie et dynamique des populations d'Alestes baremoze (Pisces, Characidae) du bassin tchadien. Trav. et doc. ORSTOM, **98** : 332 p.
- ELLWAY C.P., FARMAN R.S., ARGUE A.W., KEARNEY R.E., 1983 - An assessment of skipjack and baitfish resources of Tuvalu. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final country Rep. **8**. S.P.C. Nouméa: 47 p.
- ELLWAY C.P., KEARNEY R.E., 1982 - Changements intervenus dans la pêche d'appâts de Fidji de 1974 à 1980. Prog. étude eval. stocks de bonites rapp. tech. **5**. C.P.S. Nouméa: 25 p.
- FISHER, W., WHITEHEAD P.J.P. (ed.), 1974 - FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Indian Ocean (F.A. 57) and Western Central Pacific (F.A. 71). FAO, ROME. 4 vol.

- FONTANA A., LE GUEN J.C., 1969 - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus. Cah ORSTOM, ser. Océanogr. 7 (3) : 3-20.
- FONTANA, A. 1969 - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles Sardinella eba (Val.) et Sardinella aurita C. et V. de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM, ser. Océanogr. 7 (2) : 101-114.
- FONTANA A., 1979 - Etude du stock démersal côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêche. Thèse de Doct. d'Etat, Univ. Paris VI et Mus. Hist. Nat., 300 p.
- FONTANA A., PIANET R., 1973 - Biologie des sardinelles Sardinella eba (Val.) et Sardinella aurita (Vol.) des côtes du Congo et du Gabon. Doc. Scient. prov. Centre de Pointe Noire, ORSTOM, 31 : 38 p.
- FOURMANOIR P., LABOUTE P., 1976 - Poissons de Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles-Hébrides. Editions du Pacifique, Tahiti ; 376 p.
- FREON P., 1979 - Relations tailles-poids, facteurs de condition et indices de maturité sexuelle : rappels bibliographiques, interprétations, remarques et applications. Doc. scient. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye 68 : 144-171.
- FREON P., 1986 - Réponses et adaptation des stocks de clupeidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. Thèse de doctorat d'état. Univ. de Marseille. 239 p.
- FRONTIER S. 1974 - L'analyse factorielle est-elle heuristique en écologie du plancton ? Cah. ORSTOM ser. Océanogr. 12 (1) : 77-81.
- GEORGES K.C., BANERJI S.K., 1964 - Age and growth studies on the Indian mackerel, Rastrelliger kanagurta (Cuvier) with special reference to length-frequency data collected at Cochin. Indian J. fish. 11 (2) : 621-638.
- GHEO Y., LE GUEN J.C., 1968 - Détermination de l'âge et croissance de Sardinella eba (Val.) dans la région de Pointe-Noire. Cah. ORSTOM, ser. Océanogr. 6 (2) : 69-82.
- GILLET R.D., KEARNEY R.E., 1983 - Evaluation des ressources de la Polynésie Française en bonites et en appâts. Progr. étude eval. stocks bonites. Rap. Final 7. C.P.S. Nouméa: 81 p.
- GOLDMAN B., TALBOT F.H., 1976 - Aspect of the ecology of coral reef fishes. In : Biology and geology of coral reef. 3 : Biology 2, 125-154. Jones, Endean (eds.) Academic Press, Londres et New-York.
- GOMPETZ B., 1825 - On the nature of the function expressive of the law of human mortality and a new mode of determining the value of live contingencies. Phil. Trans., 115 : 513-585.
- GRANDPERRIN R., FOURMANOIR P., 1972 - Quelques données sur la recherche d'appâts vivants et de bonites dans les eaux de la Nouvelle-Calédonie. Centre ORSTOM Nouméa : 13 p.

- GRANDPERRIN R., REVIERS X. de, THERIAULT M., CROSSLAND J. 1982 - Appâts vivants à Vanuatu : essais divers et récapitulatifs. Notes et Doc. oceano. Mission ORSTOM Port-Vila 5 : 21 p.
- GULLAND J.A., 1969 - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. I : Analyse des populations. Man. FAO Sci. Halieut. 4 : 160 p.
- GULLAND J.A., 1971 - The fish resources of the oceans FAO. Fishing news (books) Ltd. Surrey.
- HALLIER J.P., KEARNEY R.E., GILLET R.D., 1984 - Méthodes de pêche des poissons appâts utilisées par le programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites et recommandations sur les techniques de pêche de poissons appâts dans le Pacifique tropical. Rapport techn. Progr. eval. des thonidés et marlins CPS, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 7 : 71-111 .
- HALLIER J.P., KULBICKI M., 1985 - Analyse des résultats de la pêcherie à la canne de Nouvelle-Calédonie (août 1981 -avril 1983). Rapp. scient. tech. 36 ORSTOM Nouméa : 141p.
- HARDENBERG J.D.F., 1934 - Some remarks on the genus Stolephorus Lacépède in the Indo-Australian Archipelago. Treubian, 14 (3) Batavia.
- HEWITT R.P., SMITH P.E., BROWN J.C., 1976. Development and use of sonar mapping for pelagic stock assessment in the California Current area. Fish. Bull. US 74 (2) : 281-297.
- HIDA T.S., 1970 - Surface tuna-school fishing and baiting around Samoa Islands. Comm. Fish. Rev. 32 (12) : 37-41.
- HIDA T.S., 1971 - Baitfish scouting in the Trust Territory. Comm. Fish. Rev. nov-dec. : 31-33.
- HIDA T.S., 1973 - Food of tunas and dolphins (Pisces : Scombridae and Coryphaenidae) with emphasis on the distribution and biology of their prey Stolephorus buccaneeri (Engraulidae). Fish. Bull. U.S. 71 (1) : 135-143.
- HIDA T.S., UCHIYAMA J.H., 1977 - Biology of the baitfishes Herklotsichthys punctatus and Pranesus pinguis in Majuro, Marshall Islands. In : Shomura (ed.) Collection of tuna baitfish papers. Tech. Rep. NMFS Circ. 408 : 63-68.
- HUNTER J.R., 1976 - Culture and growth of northern anchovy, Engraulis mordax, larvae. Fish. Bull. U.S., 70 : 821-838.
- HUNTER J.R., GOLDBERG S.R., 1980 - Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, Engraulis mordax. Fish. Bull. 77 (3) : 641-652.
- HUNTER J.R., LO N.C.H., LEONG J.H., 1985 - Batch fecundity in multiple spawning fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS 36 : 67-77.
- IBANEZ F. 1968 - Application de l'Analyse factorielle en écologie : écologie et taxonomie numérique. Thèse 3ème cycle. Paris, 130 p.

- ILTIS J., 1981 - Geomorphologie, planche 13. In : ORSTOM (ed.), Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dépendances. Paris.
- IVANTSOFF W., 1978 - Taxonomic and systematic review of the Australian fish species of the family Atherinidae with references to related species of the Old World. Ph. D thesis Macquarie Univ., N.S.W., Australie. 701 p.
- JAMARC, 1973 - Summary report of the survey on bait fish resources for skipjack pole and line fishing in New Caledonia, in 1972 : 15 p.
- JAMBU M., 1981 - Fortran IV Computer program for rapid hierarchical classification of large data set. Computers and Geoscience : 297-310.
- JAMES P.S.B.R., 1975 - A systematic review of the fishes of the family Leiognathidae. J. Mar. Biol. Ass. India 17 : 138-172.
- JOHANNES R.E., 1978 - Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. Environ. Biol. Fish 3 : 65-84.
- JONES S., 1964 - A preliminary survey on the common tuna baitfishes of Minicoy and their distribution in the Laccadive Archipelago. Proc. symp. Scombroid fishes held at Mandapam Camp., 1962. Mar. Biol. Assoc. India. Part 2 : 643-680.
- JOSEPH B.D.L. 1975 - Purse seining for small pelagic fish around Sri Lanka. Bull. Fish. Res. Stn. Colombo 26 (1-2) : 31-43.
- JOSSE E., LE GUEN J.C., LEWIS A., SMITH A., MAREC L., TOMLINSON P.K., 1979 Croissance de la bonite à ventre rayé. Doc. occasionnel, 11, C.P.S., Nouméa : 83p.
- KARTAS F., QUIGNARD J.P., 1984 - La fécondité des poissons téléostéens. Masson (edit.) Paris.
- KEARNEY R.E., 1982 - An assessment of skipjack and baitfish resources of Fiji. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 1. S.P.C. Nouméa: 43 p.
- KEARNEY R.E., HALLIER J.P., 1978 - Rapport intérimaire sur les activités au titre du programme d'étude et d'évaluation des stocks de bonites dans les eaux de la Nouvelle-Calédonie (13 dec. 1977 - 19 janv. 1978). Prog. étude eval. stocks bonites C.P.S. Rapp. reg. prelim. 3 : 20p.
- KERR S.R., 1971 - Prediction of fish growth efficiency in nature. J. Fish. Res. Bd. Can. 28 : 809-814.
- KIENER A., 1973 - Les mangroves du globe, aspects écologiques, biocénétiques et physiologiques particuliers, mise en V valeur. Bull. Mus. Hist. Nat. 3ème ser. 164 (20).
- KIMURA S., SUZUKI K., 1981 - Taxonomical consideration on Japanese Carangid fishes of the genus Decapterus Bleeker. Bull. Fac. Fish. Mie Univ. 8 : 1-9.

- KLEIBER P., KEARNEY R.E., 1983 - An assessment of skipjack and baitfish resources of Kiribati. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 5. Nouméa: 49 p.
- KLINGBEIL R.A., 1978 - Sex ratio of the northern anchovy, Engraulis mordax, off Southern California. Calif. Fish Game 64 : 200-209.
- LASKER R., FEDER H.M., THEILACKER G.H., MAY R.C., 1970 -Feeding, growth and survival of Engraulis mordax larvae reared in the laboratory. Mar. Biol 5 : 345-353.
- LAUREC A., 1979 - Analyse des données et modèles prévisionnels en écologie marine. Thèse Doct. d'Etat Univ. Aix-Marseille : 405 p + annexes.
- LAUREC A., LE GUEN J.C., 1981 - Dynamique des populations marines exploitées. 1 - Concepts et Modèles - CNEXO Rap. Scient. Tech. 45 : 117p.
- LAWSON T.A. , KEARNEY R.E., 1982 - An assessment of skipjack and baitfish resources of the Cook Islands. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 2. S.P.C., Nouméa: 28 p.
- LEBART L., FENELON J.P., 1971. Statistique et informatique appliquées. 426 p. Dunod (ed.) Paris.
- LECHAUVÉ J.J. 1982 - Logiciel biométrie. Doc Tech ORSTOM Bureau Calcul de Brest (25)
- LE CREN E.D., 1951 - The length weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (Perca fluviatilis). J. Anim. ecol. 20 : 201-219.
- LEE R.E.K.D. , 1978 - Results of small scale live bait pole and line fishing explorations for tuna in the Philippines. Rapport FAO/UNDP South China sea fish. dev. and coord. progr.
- LEGENBRE L., LEGENBRE P., 1979. Ecologie numérique. La structure des données écologiques. 247 p. Masson et P.U.Q. (ed.).
- LE GUEN J.C., 1973 - Croissance des albacores (Thunnus albacares). Doc. Scient. C.R.O. Abidjan, 4 (3) : 1-18.
- LE GUEN J.C., 1976 - Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge de Sciaenidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. Cah. ORSTOM ser. oceanogr. 14 (4) : 331-338.
- LEWIS A.D., SHARMA S., PRAKASH J., TIKOMAINUSILADI B., 1983 -The Fiji baitfishery 1981-1982, with notes on the biology of the gold spot herring Herklotsichthys quadrimaculatus (Clupeidae), and the blue sprat Spratelloides delicatulus (Dussumieriidae). Tech. Rep. Fish. Div., Fiji. 6 : 50 p.
- LEWIS A.D., SMITH B., ELLWAY C.P., 1983 - A guide to the common tuna bait-fishes of the South Pacific Commission area. S.P.C. Handbook 23 , Nouméa, Nouvelle Calédonie. 82 p.
- LEWIS A.D., SMITH B.R., KEARNEY R.E., 1974 - Studies on tunas and baitfish in Papua New Guinea Waters - II. Res. Bull. D.A.S.F., Port Moresby, P.N.G. 11 : 112 p.

- LINDSEY C.C., 1966 - Body size of poikilotherm vertebrates at different latitudes. Evolution 20 : 456-465.
- LOUBENS, 1978 - La pêche dans le lagon néo-calédonien. Rapp. scient. techn. ORSTOM, Nouméa, 1 : 52 p.
- LOUBENS G., RANCUREL P., VAILLANT R., 1973 - Compte-rendu de mission à bord de l'Akitsumar, navire japonais de pêche à la bonite à l'appât vivant. Centre ORSTOM Nouméa 12 p.
- LOWE-Mc CONNEL R.H., 1977 - Ecology of fish in tropical waters. Studies in biology n°76. E. Arnold (ed), Londres.
- MARCILLE J., BOUR W., 1981 - La pêche des thons à la senne et à la canne dans l'Océan Pacifique Tropical. Situation actuelle et perspectives de développement. Trav. et Doc. ORSTOM 134 : 259 p.
- MARCILLE J., VEILLON P., 1973 - Prospection et pêches thonières au Nord et à l'Ouest de Madagascar en 1972. Doc. scient. Centre ORSTOM de Nosy-Bé 36 : 31 p.
- MARICHAMY R., 1974 - A note on the length-weight relationship and relative condition in Herklotsichthys punctatus (Ruppel). Indian J Fish. 21 (2) : 582-584.
- MATSUDA H., ARAGA C., YOSHINO T., 1975 - Coastal fishes of Japan. Tokai Univ. Press. Tokyo, Japan..
- MATSUI T., 1967 - Review of the mackerel genera Scomber and Rastrelliger with description of a new species of Rastrelliger. Copeia, 1967 (1) : 71-83.
- MENESGUEN A., FLASSCH J.P. NEDELEC J., 1984 - Utilisation de l'analyse mathématique de la croissance dans la comparaison de diverses techniques d'élevage de la Palourde. Oceanologica acta, 7 (4) : 499-507.
- MILLER P.J., 1979 - Adaptiveness and implications of small size in teleosts in : Fish phenology : anabolic adaptiveness in teleosts : 263-306. P.J. Miller (ed.) ; Academic Press, London.
- MOUSSAC G. de, POUPON J.C., 1986 - Croissance et ovogenèse d'Herklotsichthys punctatus (Pisces, Clupeidae) (Rüppell 1836) aux Seychelles. Cybium 10 (1) : 31 - 45.
- MULLER R.S., 1976 - Population biology of Stolephorus heterolobus (Pisces : Engraulidae) in Palau, Western Carolines. Ph. D. thesis Univ. Hawai, Honolulu. 174 p.
- MULLER R.S., 1977 - Some aspects of the population biology of Stolephorus purpureus from Palau. In : Shomura (ed.) Collection of tuna bait-fish papers. Tech. Rep. NMFS Circ. 408 : 119-126.
- MUNRO I.S.R., 1967 - The fishes of New Guinea. D.A.S.F., Port Moresby, P.N.G.

- MUNCH-PETERSEN S., 1983 - On the growth and mortality of the blue sprat, Spratelloides delicatulus in Fijian waters. Inst. Mar. Sc. U.S.P., Fiji : 22 p.
- MURPHY G.I., 1982 - Recruitment of tropical fishes. In: Pauly D. et Murphy G.I. (ed.). Theory and management of tropical fisheries. ICLARM, Manille : 141-148.
- MUYARD J., 1980 - Etat des connaissances sur l'appât vivant utilisable par les canneurs en Nouvelle-Calédonie. Rapp. Scient. Techn. Centre ORSTOM Nouméa 6 : 9 p.
- NELSON W.R., INGHAM M.C., SCHAAF W.E., 1977 - Larval transport and year-class strength of Atlantic menhaden, Brevoortia tyrannus. Fish. Bull. US. 75 (1) : 23-41.
- NELSON G., 1982 - A second Indo-Pacific species of Thrissina. Jap. J. Ichthyol 29 (1) : 99-101.
- NELSON G., 1983 - Anchoa argentivitata with notes on other eastern Pacific anchovies and the Indo-Pacific genus Encrasicholina. Copeia 1983 (1) : 48-54.
- OOSTHUIZEN E., DAAN N., 1974 - Egg fecundity and maturity of North Sea Cod, Gadus morhua. Neth. J. Sex Res., 8 : 378 -397.
- O.R.S.T.O.M., 1976 - Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (S. aurita) des eaux ivoiro-ghanéennes. Abidjan 1976. ORSTOM, 85 p.
- O.R.S.T.O.M., 1981 - Atlas de la Nouvelle-Calédonie et Dependances. ORSTOM (ed). Paris.
- PANELLA G., 1971 - Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns. Science, 173 : 1124-1127.
- PANELLA G., 1973 - Otolith growth patterns : and aid in age determination in temperate and tropical fishes. In : The ageing of Fish : 28-39. Bagenal (edit.) Uniwin Brothers Ltd, England.
- PARRISH R.H., MALLICOATE D.L., KLINGBEIL R.A., 1986 - Age dependent fecundity, number of spawnings per year, sex ratio and maturation stages in Northern anchovy, Engraulis mordax. Fish. Bull. 84 3) : 503-517.
- PAULY D., DAVID N., 1981 - ELEFAN 1, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequencies data. Meeresforsch. 28 (4) : 205-211.
- PAULY D., DAVID N., INGLES J., 1982 - ELEFAN 1 : users instruction and program listings. ICLARM. Manille : 30 p.
- PAULY D., GASCHUTZ G., 1979 - A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. CIEM CM 1979/G : 24. Demersal Fish Ctte : 26p.
- RICKER W.E., 1975 - Computations and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. (191) : 382 p.

- ROUGERIE F., 1986 - Le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie spécificité hydrologique, dynamique et productivité : 234 p. Etudes et thèses, ORSTOM (ed), Paris.
- PETIT D., LE PHILIPPE V., 1983 - Estimation des stocks de petits pélagiques en Nouvelle-Calédonie, résultats des campagnes d'échantillonnage lagon 1 et 2. Centre ORSTOM Nouméa 85 p.
- PRIKHOD'KO B.I., 1981 - Selective fishing for the Caspian "anchovy kilka", Clupeonella engrauliformis, using electric light. J. Ichthyol. 21 (1) : 104-110.
- Programme Bonite, 1981 - Evaluation des ressources en poissons-appâts dans la zone d'action de la Commission du Pacifique Sud. Treizième Conférence technique régionale des pêches, 24-28 août 1981, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Doc. de travail 12.
- Programme thonidés, 1984 - Evaluation des ressources de Wallis et Futuna en bonites et en appâts. Progr.étude eval. stocks bonites. Rap. final 19. C.P.S. Nouméa, 49 p.
- QUINIOU L., 1986 - Les peuplements de poissons demersaux de la pointe de Bretagne. Thèse de doctorat d'état. Univ. de Bretagne occid. 350 p.
- RAFAIL S.Z., 1972 - Studies of red sea fisheries by light and purse-seine near Al Ghardaga. Bull. Inst. Oceanog. Fish. (UAR) 2 : 25 - 49.
- RAO, RAMAMOHANA V., SEKHARAN K.V., PRADHAN M.J., 1965. On the mackerel fishery of the Mangalore area during the period 1957 -61. Indian J. Fish. 9 (2) A : 653 - 678.
- RONQUILLO I.A., 1965 - A review of the genus Stolephorus with a key to species. Report by FAO André Mayer Research Fellow. Manuscrit 31 p.
- SANDERS M.J., KEDIDI S.M., 1984 - Stock assessment for the spotted Sardinella (Sardinella sirm) caught by purse seine adjacent to the border between Egypt and Sudan. UNDP/FAO. RAB/83/023/04 : 23 p.
- SANDERS M.J., KEDIDI S.M., 1984 - Stock assessment for the round scad (Decapterus maruadsi), caught by purse seine and trawl from the Gulf of Suez and more southern Red Sea Waters. UNDP/FAO.RAB/81/002/26.
- SANDERS M.J., KEDIDI S.M., 1984 - Stock assessment for the Indian mackerel (Rastrelliger kanagurta) caught by purse seine from the Gulf of Suez and more southern Red Sea Waters. UNDP/FAO.RAB/83/023/03 : 42 p.
- SCHOENER T. W., 1971 - Theory of feeding strategies. A. Rev. Ecol. Syst. 2 : 369-404.
- SIVASUBRAMANIAN K., 1978 - Pelagic fishery resources of Sri Lanka and its present level of exploitation with special reference to off-shore and deep-sea waters. Bul. fish res. stn Colombo 28 : 54-58.
- SMITH C.L., 1978 - Coral reef fish communities : a compromise view. Envirl. Biol. Fish 3 : 109-123.

- SMITH J.L.B., 1961 - Fishes of the Family Atherinidae. Ichthyol. Bull. Rhodes Univ., Grahamstown, South Africa. 31.
- STEARNS S.C., 1976 - Life history tactics : a review of the ideas. Q. Rev. Biol. 51 (1) : 3-47.
- STEQUERT B., POULAIN J.F., 1973 - Résultats d'essais de pêche d'appât vivant aux Comores effectués avec le N.O. Vauban de juin à novembre 1973. Doc. scient. Centre ORSTOM Nosy-Bé 41 : 48 p.
- STRASBURG, D.W., 1961 - Diving behavior of Hawaiian skipjack tuna. J. Cons. Inst. Expl. Mer 26 : 223-229.
- STRUHSAKER P., UCHIYAMA J.H., 1976 - Age and growth of the nehu, Stolephorus purpureus (Pisces, Engraulidas) from the Hawaiian Islands as indicated by daily growth increments of sagittae. U.S. Fish. Bull. 74 (1) : 9-17.
- SUMADIHARGA O.K., 1978 - Some biological aspects of ikan puri, Stolephorus heterolobus, in Ambon bay. (en indon. , res. angl.) Oceanol. Indon. 9 : 29-41.
- TESTAU J.L., 1984 - Diversité des petits poissons pélagiques des baies et côtes néo-calédoniennes. Rapp. Scient. Techn. Centre ORSTOM Nouméa. 30 : 55 p.
- THAM A.K., 1965 - Notes on the biology of the anchovy, Stolephorus pseudoheterolobus Hardenberg. Bull. nat. Mus. Singapore, 33 (4) : 23-26.
- THAM A.K., 1966 - A contribution to a study of the growth of members of the genus Stolephorus (Lacepède) in Singapore Straits. Proc. Indo-Pacific Fish. Conc. 12 (2) : 1-25.
- THIERNEY D.P., 1979 - The life history and fishery dynamics of Stolephorus heterolobus, S. devisi and Spratelloides gracilis, three important species used as bait in the Papua New Guinea pole and line skipjack fishery. Unpublished interim rep. Fish div., Dept. of Primary Industry, P.N.G. : 129p.
- TIEWS, K., RONQUILLO I.A., SANTOS L.M., 1970 - On the biology of anchovies (Stolephorus Lacepède) in the Philippine waters. Proc. Indo. Pacif. Fish. Coun., 13 (2) : 20-48.
- Tuna Programme, 1983a - An assessment of skipjack and baitfish resources of the Republic of Vanuatu. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 9 S.P.C. Noumea, 41p.
- Tuna Programme, 1983b - An assessment of skipjack and baitfish resources of Tokelau. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 10 S.P.C. Nouméa, 41 p.
- Tuna Programme, 1983c - An assessment of skipjack and baitfish resources of the Kingdom of Tonga. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 11. S.P.C. Nouméa, 53p.

- Tuna Programme, 1984a - An assessment of Skipjack and baitfish resources of Papua New Guinea. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 12. S.P.C. Noumea, 91 p.
- Tuna Programme, 1984b - An assessment of Skipjack and baitfish resources of Nauru. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 13. S.P.C. Nouméa, 29 p.
- Tuna Programme, 1984c - An assessment of Skipjack and baitfish resources of Western Samoa. Skipjack Survey and Asses. Progr. Final Country Rep. 14. S.P.C. Noumea, 45 p.
- Tuna Programme, 1984d - An assessment of skipjack and baitfish resources of Niue. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 15. S.P.C. Nouméa, 33 p.
- Tuna Programme, 1984f - An assessment of skipjack and baitfish resources of American Samoa. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 17. S.P.C. Nouméa 41 p.
- Tuna Programme, 1984g - An assessment of skipjack and baitfish resources of Northern Mariana Islands, Guam, Palau, Federated States of Micronesia and Marshall Islands. Skipjack Survey and Asses. Prog. Final Country Rep. 18. S.P.C. Nouméa, 111 p.
- UCHIDA R.N., 1977 - The fishery for nehu, Stolephorus purpureus, a live bait used for skipjack tuna, Katsuwonus pelamis, fishing in Hawaii. In Shomura R.S. (ed.) Collection of Tuna baitfish papers. N.M.F.S. Tech. Rep. Circ. 408 : 57-62.
- VERHEIJEN F.J., 1958 - The mechanism of the trapping effect of artificial light sources upon animals. Arch. Neerl. Zool. 13 : 1-107.
- WHITEHEAD P.J.P., 1963 - A revision of the recent round herrings (Pisces : Dussumieriidae) Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Zool. 10 : 305-380.
- WHITEHEAD P.J.P., 1965 - A review of the elopoid and clupeoid fishes of the red sea and adjacent regions. Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Zool. 12 : 227-281.
- WHITEHEAD P.J.P., 1967 - Indian Ocean anchovies collected by the Anton Bruun and Te Vega, 1963-64. J. Mar. biol. Ass. India 9 : 13-37.
- WHITEHEAD P.J.P., 1972 - A synopsis of the clupeoid fishes of India. J. Mar. Biol. Ass. India 14 (1) : 160-256.
- WHITEHEAD P.J.P., IVANTSOFF W., 1983 - Atherina lacunosa and the fishes described by J.R. Forster. Jap. J. Ichthyol. 29 (4) : 355-364.
- WILLIAMS V.R., CLARKE T.A., 1983 - Reproduction, growth, and other aspect of the biology of the gold spot herring, Herklotsichthys quadrimaculatus (Clupeidae), a recent introduction to Hawaii. Fish. Bull. 81 (3) : 587-597.
- WILSON P.T. 1977a - Observations of tuna bait species and their habitats in Palau Islands. In Shomura (ed.) Collection of tuna bait fish papers. Tech Rep. NMFS Circ. 408 : 69 -74.

- WILSON P.T., 1977b - Ponape live-bait observations. In Shomura (ed.) Collection of tuna bait fish papers. Tech Rep. NMFS Circ. 408 : 75-80.
- WONGRATANA T., 1980 - Systematics of clupeoid fishes of the Indo-Pacific region. Faculty of Sciences. University of London. Ph. D. thesis (manuscript).
- WONGRATANA T., 1982 - Bait fishes obtained from night light and lift net experiments in Phang-nga bay, Andaman sea, Thailand. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 30 (2) : 125-131.
- WONGRATANA T., 1983 - Diagnoses of 24 new species and proposal of a new name for a species of indo-pacific clupeoid fishes. Jap. J. Ichthyol. 29 (4) : 385-407.
- WOOD H., 1930 - Scottish herring schools. Pre-spawning and spawning movements. Scoth. Fish. Bd. Sci. Invest. 1 : 1-71.
- WOODHEAD P.M.J., 1966 - The behaviour of fish in relation to light in the sea. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 4 : 337-403.
- WOODHEAD A.D., 1979 - Senescence in fishes. in : Fish phenology anabolic adaptivness in teleost : 179-205. P.J. Miller (ed.) ; Academic Press, London.
- WOOTTON R.J., 1979 - Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fish. in : Fish phenology : anabolic adaptivness in teleost : 133-159. P.J. Miller (ed.) ; Academic Press, London.
- YOHANNAN T.M., 1977 - Studies on the mackerel fishery of Mangalore area during 1969-1973. Indian J. fish 24 (1) : 113-123.
- YOHANNAN T.M., 1979 - The growth pattern of Indian mackerel. Indian J. Fish., 26 : 207 - 216.
- YUEN H.S.M., 1959 - Variability of skipjack response to live bait. Fish. Bull. 60 : 147-160.
- YUEN H.S.M., 1969 - Response of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) to experimental changes in pole and line fishing operations. in : Een Tuvia and Dickson (ed.) FAO Fish. Rep. 62 (3) : 607-618.

ANNEXES

Annexe 1. Sorties en mer des bateaux de l'ORSTOM réalisées dans le cadre du programme d'étude des petits pélagiques.

Campagnes de deux semaines du N.O. VAUBAN

A1	14-28 mars 1980	Tour de la Nouvelle Calédonie
A2	5-19 mai 1980	" " "
A3	7-21 juillet 1980	" " "
A4	1-15 septembre 1980	" " "
A5	27-octobre-10 novembre 1980	" " "
A6	29 janvier-12 février 1981	" " "
A7	27 mars-10 avril 1981	" " "
A8	25 mai-8 juin 1981	" " "
A9	21 septembre-5 octobre 1981	Tour de la Nouvelle Calédonie et Iles Loyauté
A10	19 novembre - 3 décembre 1981	" " " " "
A11	18 janvier - 1 février 1982	" " " " "
A12	18 mars - 1 avril 1982	Tour de la Nouvelle Calédonie
A13	14 - 27 mai 1982	Tour de la Nouvelle Calédonie et Iles Loyauté
A14	16 - 28 août 1982	(et N.O. Dawa) S.O et S.E. de la Nouvelle Calédonie
A15	8-22 octobre 1982	(et N.O. Dawa) Tour de la Nouvelle Calédonie
A16	6-20 décembre 1982	Ouest et Nord de la Nouvelle Calédonie
A17	7-21 février 1983	S.O. et S.E. de la Nouvelle Calédonie
A18	6-22 avril 1983	(et N.O. Dawa) Tour de la Nouvelle Calédonie
A19	2-16 juin 1983	Tour de la Nouvelle Calédonie

Sorties de courte durée

A61	2-5 mars 1981	N.O. VAUBAN	Prony
A30	27-29 juillet 1981	" "	Dumbea
A31	19-21 octobre 1981	" "	Dumbea - Prony
A32	21-23 décembre 1981	" "	Dumbea
A33	15-16 février 1982	" "	Dumbea
A34	14-15 avril 1982	" "	Dumbea
A35	14-15 juin 1982	" "	Dumbea
A36	15-16 juillet 1982	" "	Dumbea
A70	16-20 août 1982	N.O. DAWA	Dumbea - St Vincent
A37	9-10 septembre 1982	N.O. VAUBAN	Dumbea
A71	17-18 septembre 1982	N.O. DAWA	Dumbea
A72	16-17 novembre 1982	N.O. DAWA	Dumbea
A38	16-19 novembre 1982	N.O. VAUBAN	Dumbea - Prony
A39	20-21 janvier 1983	N.O. DAWA	Dumbea
A73	24-25 janvier 1983	N.O. DAWA	Dumbea
A40	16-17 mars 1983	N.O. VAUBAN	Dumbea

Annexe 2. Correspondances entre la longueur totale (L.T.), la longueur à la fourche (L.F.), la longueur standard (L.S.) et le poids. (Valeurs exprimées en millimètres et en grammes)

Stolephorus heterolobus

LT	50	60	70	80	90
LF		54	63	73	82
LS		50	59	68	78
Poids	0,7	1,3	2,1	3,3	4,8

Stolephorus devisi

LT	45	55	65	75	85
LF		50	58	67	
LS		46	55	63	
Poids	0,5	1,0	1,8	2,9	4,4

Stolephorus insularis

LT	60	70	80	90	100	110	120
LF		61	70	79	87	96	
LS		55	63	72	80	88	
Poids	1,4	2,3	3,5	5,1	7,1	9,7	12,8

Stolephorus indicus

LT	60	70	80	90	100	110	120
LF		61	70	80	89	98	
LS		54	64	74	84	93	
Poids	1,3	2,1	3,2	4,7	6,5	8,8	11,5

Thrissina baelama

LT	70	80	90	100	110	120	130	140
LF				88	97	106	114	123
LS				81	90	98	107	116
Poids	2,2	3,4	4,9	6,9	9,4	12,5	16,2	20,6

Dussumieria sp A

LT	80	100	120	140	160	180
LF	70	86	103	120	136	153
LS	64	81	98	115	132	149
Poids	2,9	6,3	11,9	20,2	32,1	48,1

Dussumieria sp B

LT	120	140	160	180
LF		122	139	157
LS		117	132	147
Poids	11,8	19,3	29,8	43,5

Spratelloides delicatulus

LT	25	35	45	55	65	75
LF	23	32	41	50	59	68
LS	21	29	38	46	55	63
Poids	0,1	0,3	0,6	1,2	2,0	3,2

Spratelloides gracilis

LT	35	45	55	65	75	85
LF	32	42	51	60	70	79
LS	31	39	48	57	65	74
Poids	0,2	0,5	1,0	1,6	2,6	3,9

Annexe 2. (suite)

Herklotsichthys quadrimaculatus

L.T.	40	60	80	100	120	140	160
L.F.		54	71	88	105	122	139
L.S.		50	66	83	99	116	133
Poids	0,5	1,7	4,2	8,5	14	24	37

Amblygaster sirm

LT	60	80	100	120	140	160	180	200	220
LF	55	72	90	107	124	141	158	175	192
LS	51	68	84	100	116	132	149	165	181
Poids	1,6	3,9	7,8	14	22	34	49	67	91

Atherinomorus lacunosus

LT	40	50	60	70	80	90	100	110	120
LF		46	55	64	74	83	92	101	
LS		38	48	57	67	76	86	95	
Poids	0,4	0,9	1,6	2,8	4,3	6,4	9,1	12,5	16,8

Hypoatherina ovalaua

LT	40	50	60	70	80	90	100	-
LF		46	55	64	73	82	91	
LS			49	58	66	75	83	
Poids	0,4	0,3	1,4	2,2	3,6	5,3	7,6	

Gazza minuta

LT	60	70	80	90	100	110	120	130
LF				78	87	97	106	
LS				73	81	90	98	
Poids	3,0	4,8	7,3	10,5	14,6	19,6	25,7	33,0

Leiognathus bindus

LT	40	50	60	70	80	90	100	110
LF			52	61	69	78	86	
LS			48	57	65	74	82	
Poids	0,8	1,6	2,8	4,6	6,9	9,9	13,7	18,3

Decapterus russelli

LT	70	100	130	160	190	220	250
LF	64	91	118	144			
LS	59	84	109	134			
Poids	3,0	8,9	20,1	38,1	65	102	151

Selar crumenophthalmus

LT	120	130	140	150	160	180	200
LF		117	124	130			
LS		107	115	123			
Poids	16,3	21,3	27,2	34,1	42,3	62,4	38,5

Rastrelliger kanagurta

LT	120	150	180	210	240	270
LF			160	185	211	
LS			146	171	195	
Poids	15	30	55	90	138	202

Annexe 3. Pourcentage mensuel des effectifs par classe de taille, et cumul annuel.

Stolephorus heterolobus

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
35	0,7			0,1									1
40	5,1	0,4		0,7						1,0	3,1		10
45	5,1	4,1	0,8	5,6	1,8	1,2				2,0	16,9	1,0	39
50	12,1	7,4	3,5	10,4	3,4	9,2				9,2	21,5	4,5	81
55	11,0	8,3	10,8	13,8	4,0	5,7				28,6	16,9	15,2	114
60	5,8	19,4	15,7	14,5	15,1	18,3			17,5	41,8	20,0	31,8	200
65	5,8	14,0	11,7	14,0	19,6	19,1			57,5	12,2	15,4	15,7	185
70	13,5	13,3	8,4	13,6	17,8	18,6			25,0	4,1	4,6	22,2	141
75	20,7	7,2	10,4	12,7	17,1	16,3				1,0	1,5	7,1	94
80	16,1	15,0	12,0	5,7	9,9	5,4						2,5	67
85	4,0	9,0	11,8	3,3	6,7	4,2							39
90		1,8	9,0	2,7	4,0	1,7							19
95		0,2	5,3	2,3	0,5	0,2							9
100			0,8	0,8									2

Stolephorus devisi

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
30		2,6										2,1	5
35		6,4	1,9	0,7								3,1	12
40	0,7	10,2	0,9	7,3								7,1	26
45	4,0	21,8	14,0	13,3	0,4	0,4			1,3	0,7	1,3	13,8	71
50	16,0	23,3	26,2	8,7	3,9	4,7			14,7	0	19,6	16,5	134
55	30,7	12,2	16,8	15,7	17,6	8,3			14,7	12,6	33,7	21,1	183
60	26,7	8,4	15,0	26,2	25,9	25,6		20,0	5,3	23,2	24,5	15,1	216
65	16,0	6,7	9,3	32,4	27,8	38,2		39,3	21,3	22,5	11,8	14,0	220
70	4,0	4,9	4,7	4,2	20,0	17,3		19,3	37,3	27,8	6,9	5,9	152
75	0,7	3,5	3,7	0,3	3,9	4,7		20,7	4,0	13,2	2,3	0,8	58
80	0,7		1,9		0,4	0,8		0,7	1,3			0,4	6
85	0,7		2,8										4
90			1,9										2
95			0,9										1

Spratelloides delicatulus

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
30	5,0	2,7	1,1	0,6	2,5	3,3	1,0		5,5	26,3	36,1	16,8	101
35	15,7	11,7	6,2	4,0	1,6	7,1	12,0	2,5	14,7	2,3	13,9	24,0	116
40	31,4	17,5	9,6	19,3	9,9	12,1	25,0	6,7	16,5	11,5	24,3	28,4	212
45	27,7	19,8	23,0	25,3	27,6	20,6	17,0	12,9	18,3	15,2	15,7	17,3	240
50	15,1	18,8	27,4	29,1	19,8	29,4	18,0	28,2	22,0	21,7	6,4	3,4	239
55	4,4	16,3	18,0	11,9	23,0	21,8	17,0	39,3	14,2	12,0	2,0	3,8	184
60	0,6	7,5	7,4	3,4	10,7	4,5	7,0	9,2	7,3	10,1	1,2	5,3	74
65		4,2	4,7	3,6	3,7	1,2	3,0	1,2	1,4	0,9	0,4	1,0	25
70		1,3	1,8	2,5	1,2								7
75		0,2	0,9	0,2									1

Spratelloides gracilis

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
30	10,5	2,5	0,5			1,5				1,0	3,0	8,9	28
35	8,3	10,7	0,9	0,8		4,5				2,0	22,7	44,6	95
40	12,5	20,1	5,7	6,3		6,0				10,0	30,3	25,0	116
45	43,8	21,4	25,1	8,6		1,5				36,0	30,3	8,9	176
50	22,9	16,9	28,9	20,3		4,5				30,0	12,1	1,8	137
55	2,1	11,4	23,7	28,9		6,0				19,0	0	7,1	98
60		9,1	8,5	32,8		23,9				2,0	1,5	1,8	80
65		5,6	1,9	2,3		32,8						1,8	44
70		1,7	2,4			10,4							15
75		0,7	1,9			6,0							9
80			0,5			3,0							4

Annexe 4. P.U.E. (en nombre d'individus par coup de filet) par classe de taille. Valeurs mensuelles et cumul annuel.

Stolephorus insularis

TAILLE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
50	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6
55	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	26	0	28
60	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	14	0	20
65	0	3	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	28
70	0	7	22	4	10	2	0	1	0	0	0	0	46
75	0	7	9	8	31	22	0	1	0	0	2	0	79
80	0	4	21	11	25	84	0	1	3	11	2	0	163
85	0	0	17	7	15	36	0	1	7	28	14	0	125
90	0	0	15	4	9	26	0	1	31	33	36	5	159
95	0	0	6	1	36	42	0	2	36	17	74	3	217
100	0	3	1	1	33	26	0	1	67	25	102	1	258
105	0	0	1	0	19	12	0	0	121	19	145	0	317
110	0	1	0	0	3	16	0	0	126	12	105	0	263
115	0	3	0	0	1	2	0	0	25	0	81	0	112
120	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	14	0	16
TOTAL	0	30	119	40	182	270	0	7	417	146	623	10	1842

Herklotsichthys quadrimaculatus

TAILLE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
30	0	166	0	191	0	0	0	0	0	0	4	1	362
35	0	319	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17	346
40	60	262	2	0	0	0	0	0	0	0	13	39	377
45	150	311	14	35	0	0	0	0	0	0	0	12	522
50	346	363	10	170	1	0	0	0	0	0	0	5	895
55	677	626	42	141	0	0	0	0	0	0	0	18	1504
60	1203	711	187	132	0	11	0	0	0	0	0	10	2253
65	1955	888	307	251	3	21	0	0	0	0	0	3	3429
70	2467	856	361	217	3	74	0	0	0	0	0	0	3978
75	2301	775	293	170	11	140	0	2	0	0	0	0	3692
80	2091	674	311	455	44	254	5	0	0	0	0	0	3834
85	436	610	355	559	155	217	9	1	0	1	0	0	2343
90	226	739	450	672	176	148	43	2	8	2	2	0	2467
95	105	416	526	778	260	262	62	7	26	10	20	0	2473
100	75	52	558	656	334	299	66	24	32	19	30	0	2147
105	0	4	528	615	398	415	57	24	40	16	8	0	2105
110	15	4	384	559	506	457	71	37	46	58	2	0	2138
115	15	0	137	176	376	381	312	38	53	94	3	5	1590
120	30	0	12	66	260	283	649	27	87	108	12	25	1559
125	45	0	4	28	173	130	596	26	113	68	6	43	1232
130	105	8	4	3	101	53	246	11	101	42	4	38	718
135	60	8	14	0	97	32	85	14	46	26	2	26	410
140	30	8	20	0	44	5	9	6	21	10	0	10	165
145	15	8	10	0	4	3	9	4	18	3	0	1	75
150	0	0	2	0	4	0	0	4	11	3	0	1	25
155	0	0	0	0	0	0	0	2	8	1	0	0	11
160	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
TOTAL	12409	7808	4532	5873	2950	3184	2220	232	610	462	119	252	40651

Dussumieria sp B

TAILLE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
70	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
75	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
80	0	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	8
85	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	11
90	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
95	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
100	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
105	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
110	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
115	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
120	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
125	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
130	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
135	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
140	0	0	18	0	13	0	1	0	0	0	0	0	32
145	0	0	1	0	0	0	7	0	0	7	0	0	18
150	0	0	0	0	0	0	11	0	5	7	0	0	26
155	0	0	0	0	0	0	15	9	8	0	0	0	36
160	0	0	0	0	0	0	8	4	5	0	0	0	17
165	0	0	0	0	0	0	4	1	5	0	0	0	10
170	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	6
175	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
TOTAL	0	4	1	152	0	34	0	50	20	35	0	8	303

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
40												10	10
50												19	19
60												14	15
70		5										14	19
80		12										14	26
90	3	12										4	19
100	7	14											21
110	1	21											22
120	1	20											21
130		17		2									19
140		10		1									11
150	1	1		2				1					5
160				1			1	2					4
170							1	9					10
180							1	2					3
190						1	1	3	2				7
200							1	1	2	1			5
210							1	1	1	1			4
220							1						1
230							1						1
240							1						1

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
30		1											1
40		13										2	15
50		23										24	47
60	60	27		2								38	127
70	228	9		3								141	381
80	288	7		3								171	469
90	276	20		1								26	323
100	177	1										4	201
110	105	21	11										137
120	48	14	19										81
130	36	16	10										62
140	66	12	12										90
150	24	9	26	3									62
160	12	4	22	3									41
170			9	3									12
180			1	2	2								5
190				2	3		4						9
200				2	1		3			1			7
210							1	1		2			4
220							1	2		2			5
230								1					1

[illegible]

Annexe 4. (suite)

Gazza minuta

TAILLE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
30	0.1	35.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	35.
35	0.1	44.1	3.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	47.
40	0.1	4.1	5.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	10.
45	0.1	4.1	11.1	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	16.
50	0.1	3.1	3.1	5.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	11.
55	3.1	5.1	3.1	8.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	19.
60	6.1	10.1	0.1	9.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	25.
65	0.1	9.1	11.1	8.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	29.
70	3.1	9.1	33.1	15.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	59.
75	3.1	12.1	19.1	15.1	0.1	2.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	51.
80	0.1	15.1	33.1	19.1	1.1	5.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	73.
85	0.1	3.1	8.1	6.1	1.1	12.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	30.
90	3.1	3.1	3.1	2.1	1.1	11.1	0.1	0.1	0.1	2.1	0.1	0.1	25.
95	0.1	1.1	0.1	5.1	8.1	3.1	0.1	0.1	1.1	2.1	0.1	0.1	20.
100	0.1	0.1	0.1	2.1	6.1	10.1	0.1	2.1	4.1	2.1	0.1	0.1	27.
105	0.1	0.1	0.1	1.1	4.1	3.1	0.1	4.1	10.1	3.1	0.1	0.1	24.
110	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	5.1	0.1	5.1	12.1	2.1	0.1	0.1	28.
115	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	5.1	0.1	3.1	10.1	7.1	0.1	0.1	26.
120	3.1	0.1	0.1	2.1	1.1	0.1	0.1	0.1	7.1	21.1	18.1	0.1	53.
125	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	0.1	1.1	4.1	11.1	6.1	0.1	23.
130	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	5.1	3.1	6.1	0.1	15.
135	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	2.1	3.1	1.1	0.1	0.1	7.
140	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1	0.1	1.1	1.1	0.1	0.1	3.
145	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.
TOTAL	19.	159.	131.	100.	25.	58.	0.	21.	57.	55.	29.	0.	655.

Leiognathus bindus

TAILLE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
30	54.1	46.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	28.1	128.
35	62.1	97.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	19.1	186.
40	85.1	51.1	2.1	0.1	6.1	0.1	0.1	219.1	0.1	0.1	0.1	0.1	363.
45	100.1	28.1	8.1	79.1	6.1	0.1	0.1	244.1	0.1	0.1	0.1	0.1	466.
50	123.1	28.1	23.1	175.1	0.1	0.1	0.1	84.1	0.1	0.1	0.1	0.1	433.
55	62.1	125.1	53.1	219.1	24.1	190.1	0.1	185.1	0.1	0.1	0.1	9.1	869.
60	39.1	120.1	47.1	178.1	55.1	686.1	0.1	51.1	4.1	7.1	0.1	131.1	1318.
65	23.1	17.1	58.1	93.1	159.1	792.1	0.1	51.1	15.1	19.1	0.1	122.1	1348.
70	23.1	6.1	44.1	127.1	177.1	750.1	0.1	51.1	112.1	22.1	12.1	38.1	1360.
75	39.1	0.1	19.1	99.1	256.1	486.1	1.1	118.1	146.1	48.1	43.1	47.1	1302.
80	54.1	0.1	16.1	75.1	317.1	359.1	7.1	84.1	185.1	57.1	92.1	28.1	1277.
85	23.1	0.1	11.1	10.1	275.1	285.1	19.1	34.1	163.1	89.1	90.1	47.1	1046.
90	39.1	0.1	3.1	0.1	299.1	243.1	7.1	8.1	73.1	91.1	74.1	19.1	855.
95	15.1	0.1	5.1	0.1	214.1	137.1	12.1	84.1	49.1	72.1	66.1	0.1	654.
100	8.1	0.1	2.1	0.1	43.1	0.1	4.1	177.1	24.1	26.1	42.1	19.1	344.
105	0.1	0.1	0.1	3.1	24.1	0.1	1.1	93.1	31.1	7.1	39.1	0.1	199.
110	0.1	0.1	0.1	0.1	6.1	0.1	2.1	8.1	7.1	7.1	17.1	9.1	57.
115	0.1	0.1	0.1	0.1	6.1	0.1	0.1	25.1	0.1	4.1	3.1	0.1	38.
120	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	17.1	0.1	0.1	0.1	9.1	27.
125	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	8.1	0.1	0.1	0.1	0.1	8.
TOTAL	748.	519.	291.	1059.	1867.	3928.	55.	1549.	809.	450.	478.	525.	12278.

Annexe 4. (suite)

Decapterus russelli

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
50		1										1	2
60												7	7
70	11											2	13
80	15	1											16
90	26	2											28
100	94	5	2			2							103
110	81	6	3	2		33							125
120	67	1	5	6		12							91
130	9		4	15		4							32
140	4		18	14		12	4						52
150			14	3		1	53		4				75
160							164		1				165
170	11						58	1					70
180	31		2			1	21	1					56
190	37	3	5			1							46
200	20	1	25		1	1		1					49
210	7	4	30		1	4	2	3	2				53
220	2	10	30		2	6		2	5				57
230		14	26		1	3			6				50
240		10	2			2			3				17
250		6	2						3				11
260		1											1

Amblygaster sirm

Taille	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
30	78											125	203
40	145	43										682	870
50	814	103										2094	3015
60	2286	466	31	2							4	1191	3985
70	1940	856	153	6							11	788	3746
80	1729	450	251	7							4	240	2678
90	915	393	320	11							1	134	1773
100	1483	306	265	165							1		2219
110	525	473	331	163	11	6		1					1508
120	22	213	506	192	56	157	1	3		8			1160
130		13	570	216	65	361	12	20		33			1291
140			420	69	115	284	115	35	6	54		10	1106
150			222	17	153	161	186	82	23	81		96	1021
160			113	3	91	109	155	73	46	91		144	828
170			33		42	63	117	13	34	44	5	413	766
180			28		14	26	77	3	16	17	11	451	644
190			7		7	6	35	2	6	14	4	230	311
200			7		1	6	20	3	4	12		29	82
210			4				9	0	1	17		19	51
220			2					1		6		38	47
230										1		19	20
240										1			1

Annexe 5. Age (années) et longueurs totales (mm) observés et calculés.

Amblygaster sirm

age	LT obs.	LT calc. non sais.	LT calc. saisonnalisé
0,08	40	50	51
0,12	60	60	61
0,17	80	72	73
0,25	92	90	90
0,33	110	106	106
0,42	128	121	120
0,50	152	134	133
0,66	152	154	153
0,75	165	163	162
0,83	165	171	170
1,04	180	187	187
1,33	215	216	219
2,00	225	219	222

Atherinomorus lacunosus

age	LT obs.	LT calc. non sais.	LT calc. saisonnalisé
0,11	37	37	38
0,21	50	49	48
0,29	57	60	58
0,37	63	69	69
0,46	90	77	79
0,54	86	84	86
0,62	91	89	91
0,71	92	95	96
0,79	101	99	98
0,96	103	105	102
1,12	104	110	106
1,33	114	114	114
1,50	120	116	120

Herklotsichthys quadrimaculatus

age	LT obs.	LT calc. non sais.	LT calc. saisonnalisé
0,08	39	43,9	43,7
0,17	59	53,2	56,0
0,25	73	69,3	67,7
0,50	92	96,5	99,6
0,50	98	96,5	99,6
0,50	102	96,5	99,6
0,67	112	109,9	111,9
0,67	115	109,9	111,9
0,83	119	119,6	118,2
0,83	122	119,6	118,2
1,00	121	127,6	123,7
1,00	125	127,6	123,7
1,08	125	130,7	126,9
1,17	131	133,3	131,1
1,25	132	136,2	135,0
1,33	140	133,3	136,9
1,42	142	140,4	142,9
1,92	155	146,0	151,1

Annexe 5. (suite).

Amblygaster clupeioides			Gazza minuta			Stolephorus insulari		
age	LT obs.	LT calc.	age	LT obs.	LT calc.	age	LT obs.	LT calc.
0.12	60	67	0.2	62	62	0.29	70	70,4
0.21	100	92	0.42	72	73	0.33	75	75,8
0.29	115	114	0.50	82	82	0.37	82	80,7
0.46	145	148	0.58	97	90	0.42	85	86,0
0.64	190	173	0.67	92	98	0.54	97	95,8
0.79	190	192	0.83	112	110	0.58	101	98,4
0.87	200	199	0.92	112	115	0.62	99	100,7
0.96	205	206	1.00	122	119	0.71	105	104,9
1.27	235	233	1.08	122	123	0.79	106	107,8
						0.79	110	107,8

Rastrelliger kanagurta			Leiognathus bindus			Decapterus russelli		
age	LT obs.	LT calc.	age	LT obs.	LT calc.	age	LT obs.	LT calc.
0.16	60	52	0.33	37	39	0.17	65	74
0.21	82	77	0.50	57	54	0.25	100	91
0.25	90	95	0.67	67	66	0.33	110	107
0.29	103	111	0.83	77	75	0.50	130	135
0.33	130	125	0.92	82	79	0.67	165	158
0.34	111	128	1.08	82	86	1.25	195	207
0.35	123	131	1.17	87	89	1.42	215	215
0.36	145	134	1.50	92	97	1.58	222	222
0.37	127	137	1.83	102	102	1.92	232	232
0.42	155	151	1.92	107	103			
0.44	166	156						
0.50	179	169						
0.58	190	183						
0.65	197	193						
0.75	210	209						
0.86	205	213						
0.91	212	217						
1.00	220	221						

Dussumieria sp B		
age	LT obs.	LT calc.
0.17	62	63
0.33	102	100
0.50	122	125
0.67	142	142
0.83	155	152
0.92	157	156
1.00	157	159

Annexe 6. Exemple d'établissement de la courbe de capture de
Herklotsichthys quadrimaculatus avec $L_{\infty} = 154,5$
 $K = 1,54$; $t_0 = -0,137$
 Dt : durée de vie dans la classe ; N : effectif.

Limite de classe		age		Dt	N	N/Dt	Log e N/Dt	age med.
inf.	sup.	entrée	sortie					
60	65	0,182	0,218	0,036	2 253	62 583	11,0	0,20
65	70	0,218	0,255	0,037	3 429	92 676	11,4	0,24
70	75	0,255	0,295	0,040	3 973	99 450	11,5	0,27
75	80	0,295	0,337	0,042	3 692	87 905	11,4	0,32
80	85	0,337	0,382	0,045	3 834	85 200	11,3	0,36
85	90	0,382	0,430	0,048	2 343	48 812	10,8	0,41
90	95	0,430	0,483	0,053	2 467	46 547	10,7	0,46
95	100	0,483	0,540	0,057	2 473	43 386	10,7	0,51
100	105	0,540	0,602	0,062	2 147	34 629	10,4	0,57
105	110	0,602	0,671	0,069	2 105	30 507	10,3	0,64
110	115	0,671	0,749	0,078	2 138	27 410	10,2	0,71
115	120	0,749	0,837	0,088	1 590	18 068	9,89	0,789
120	125	0,837	0,938	0,101	1 559	15 436	9,6	0,889
125	130	0,938	1,059	0,121	1 232	10 182	9,2	1,00
130	135	1,059	1,207	0,148	718	4 851	8,5	1,13
135	140	1,207	1,399	0,192	410	2 135	7,7	1,30
140	145	1,399	1,674	0,275	65	600	6,4	1,54
145	150	1,674	2,159	0,485	75	155	5,0	1,92